



PEMBUATAN *DIGITAL ELEVATION MODEL (DEM)* MENGGUNAKAN UAV UNTUK KEPERLUAN IDENTIFIKASI TANAH LONGSOR DI RUAS JALAN DESA LIANG BUNYU, KABUPATEN NUNUKAN, KALIMANTAN UTARA

Ir. Bambang Sudarsono, MS¹, Tasya Nugraha¹, Raihan Deo Annaafi¹

¹Departemen Teknik Geodesi-Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, SH, Tembalang, Semarang-50277 Telp./Faks: (024) 76480788
e-mail: bambangсударsono1309@gmail.com

ABSTRAK

Peristiwa bencana alam antara lain banjir, gempa bumi, erupsi gunung api dan tanah longsor sudah sering terjadi di wilayah Indonesia. Hal ini terjadi karena wilayah Indonesia sangat luas dan terletak pada tiga lempeng benua yaitu lempeng Eurasia, lempeng Pasifik dan lempeng Australia, selain itu adanya curah hujan yang tinggi sering mengakibatkan terjadinya banjir dan tanah longsor. Kejadian tanah longsor yang sering terjadi perlu mendapatkan perhatian antara lain dengan melakukan penelitian untuk keperluan mitigasi bencana alam khususnya tanah longsor. Permasalahan tanah longsor yang terjadi pada ruas jalan kolektor di daerah Desa Liang Bunyu, Kabupaten Nunukan Kalimantan Utara perlu dilakukan penelitian awal dengan melakukan survei pendahuluan untuk keperluan identifikasi tanah longsor. Penelitian ini dilakukan untuk identifikasi lokasi tanah longsor dan untuk merekonstruksi volume tanah yang rusak akibat tanah longsor di ruas jalan Kabupaten Nunukan, Kalimantan Utara. Metode penelitian menggunakan pengukuran ekstraterestris dengan GPS *Real Time Kinematic* (GPS RTK) dan Fotogrametri untuk mendapatkan model ortomozaik menggunakan data foto udara dari Drone atau pesawat tanpa awak *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV). Data dari UAV diolah untuk menghasilkan foto vertikal (*Orthophoto*) dan *Digital Elevation Model* (DEM). Penelitian dilakukan di lokasi rawan longsor pada STA 9+500 dan STA 9+600. Dari hasil akuisisi data foto udara dan pengukuran lapangan, dihasilkan peta foto dan peta garis dan informasi *planimetris* (XY), informasi tinggi (Z) sehingga dihasilkan produk turunan DTM (*Digital Terrain Model*) kontur, titik tinggi, *Cross Section*, dan *Longitudinal Section*. Berdasarkan identifikasi dengan menggunakan data tersebut, maka dapat dilakukan perhitungan besaran volume dan luas area longsor pada area ruas jalan STA 9+500 dan STA 9+600.

Kata kunci : DEM, GPS RTK, Kalimantan Utara, Kontur, UAV

ABSTRACT

Natural disaster events such as floods, earthquakes, volcanic eruptions and landslides have often occurred in the territory of Indonesia. This happens because the territory of Indonesia is very wide and is located on three continental plates, namely the Eurasian plate, the Pacific plate and the Australian plate, besides that high rainfall often results in floods and landslides. Landslides that have often occurred need attention, among others, by conducting research for the purpose of mitigating natural disasters, especially landslides. The problem of landslides that occur on collector roads in the Liang Bunyu Village, Nunukan Regency, North Kalimantan needs preliminary research by conducting a preliminary survey for the purpose of identifying landslides. The research method uses extraterrestrial with GPS Real Time Kinematic (GPS RTK) and Photogrammetry to obtain an orthomosaic model using aerial photo data from Drone or Unmanned Aerial Vehicle (UAV). Data from the UAV is processed to produce vertical photos (Orthophoto) and Digital Elevation Model (DEM). The study was conducted in landslide-prone locations at STA 9+500 and STA 9+600. From the results of aerial photo data acquisition and field surveys, photo maps and line maps and planimetric (XY) information, height information (Z) are produced so that DTM (Digital Terrain Model) derivative products are generated, contours, spothight, Cross Sections, and Longitudinal Sections. Based on the identification using these data, it is possible to calculate the volume and area of the landslide area in the STA 9+500 and STA 9+600 road sections.

Keywords : DEM, GPS RTK, North Kalimantan, Contour, UAV

1. PENDAHULUAN

Peristiwa bencana alam antara lain banjir, gempa bumi, erupsi gunung api dan tanah longsor sudah sering terjadi di wilayah Indonesia. Hal ini terjadi karena wilayah Indonesia sangat luas dan terletak pada tiga lempeng benua yaitu lempeng Eurasia, lempeng Pasifik dan lempeng Australia, selain itu adanya curah hujan yang tinggi sering mengakibatkan terjadinya banjir dan tanah longsor.

Tanah longsor dapat didefinisikan sebagai pergerakan massa tanah atau batuan ke arah bawah (*downward*) yang disebabkan dan dipicu oleh faktor-faktor alam seperti jenis batuan, bentuk lahan, struktur dan pelapisan batuan, kemiringan lereng, tebal tanah atau bahan lapuk, curah hujan dan tutupan vegetasi (Muntohar,2010). Pada prinsipnya tanah longsor terjadi bila gaya pendorong pada lereng lebih besar daripada gaya penahan. Gaya penahan umumnya dipengaruhi oleh kekuatan batuan dan kepadatan tanah. Sedangkan gaya pendorong dipengaruhi oleh besarnya sudut lereng, air, beban, serta berat jenis tanah batuan. Kejadian tanah longsor sering terjadi dan perlu mendapatkan perhatian antara lain dengan melakukan penelitian untuk keperluan mitigasi bencana alam khususnya tanah longsor.

Untuk keperluan mitigasi bencana alam tanah longsor dapat dilakukan beberapa kajian antara lain kajian dari geologi, kajian dari geoteknik, kajian dari survei topografi. Kajian geoteknik adalah salah satu dari cabang dari ilmu geologi yang erat hubungannya dengan pembangunan berkelanjutan yang berwawasan lingkungan. Beberapa kajian geoteknik berhubungan dengan pembangunan infrastruktur seperti jalan tol, jalan kereta api, jembatan, menara, pondasi gedung antara lain untuk keperluan desain daya dukung tanah, desain lereng dan lain-lain. Sedangkan kajian dari survei topografi berkaitan erat dengan penyediaan data spasial antara lain meliputi data koordinat, jarak, kemiringan lereng, garis kontur dan data lain yang terkait dengan topografi.

Pada pembangunan jalan kolektor di daerah Desa Liang Bunyu Kabupaten Nunukan Kalimantan Utara di beberapa titik mengalami longsor, sehingga perlu dilakukan beberapa kajian dan pada penelitian ini akan dilakukan kajian dari penyediaan data spasial untuk mengidentifikasi lokasi tanah longsor. Kemudian dari penelitian yang dilakukan juga diperhitungkan besarnya galian dan timbunan yang dapat digunakan oleh instansi terkait dalam rangka penanggulangan jalan longsor.

Penelitian dilakukan pada STA KM 9+ 500 dan STA KM 9+600, dimana telah dilakukan identifikasi terjadi tanah longsor di jalan kolektor daerah Desa Liang Bunyu Kabupaten Nunukan Kalimantan Utara. Berdasarkan informasi dan validasi dibutuhkan pembaruan, analisa dan kualitas

data yang baik untuk mengatasi area longsor dengan perhitungan volume galian dan timbunan yang tepat, yaitu dengan metode terestris untuk mendapatkan titik koordinat tanah dan secara fotogrametri untuk membuat model DEM (Digital elevation model) dari area STA yang ingin di analisa.

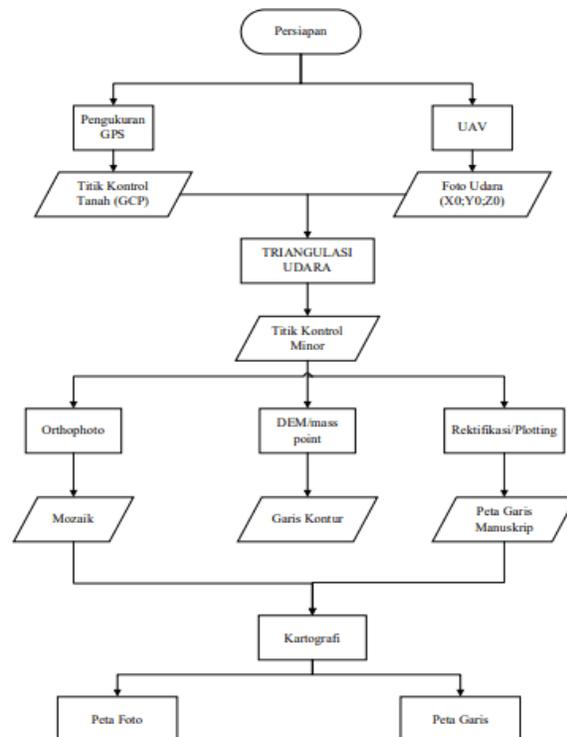
2. METODOLOGI

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlokasi di Desa Liang Bunyu Kabupaten Nunukan Kalimantan Utara *Zone 50 North*. pada ruas jalan STA KM 9+ 500 dan STA KM 9+600 dengan variasi kontur topografi yang berbeda dan tanah longsor yang terjadi. Penelitian segera dilakukan karena jika dibiarkan sangat berbahaya apabila berkendara pada lokasi jalan tersebut. Oleh karena itu untuk mitigasi bencana jalan longsor perlu dilakukan pekerjaan survei dan validasi lapangan untuk melihat kondisi area longsor.

2.2 Diagram alir

Diagram penelitian secara umum dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

2.3 Alat dan data

- a. Laptop Acer Aspire E 14
- b. Perangkat Lunak (*Software*) GIS untuk mengolah hasil perekaman dan pengamatan pengukuran hingga menghasilkan peta topografi area longsor.
- c. Dji Phantom 3 Pro digunakan untuk membuat jalur terbang dan foto udara pada area survei.
- d. Komputer Laptop untuk memonitor perencanaan jalur terbang dan pengolahan data.
- e. GPS RTK Hi-Target untuk mendapatkan data koordinat (X,Y,Z) lapangan
- f. *Software* untuk mengolah data vektor, raster, data elevasi, data 3D View atau analisa data topografi dengan berbagai format data.
- g. Perangkat Lunak untuk mengolah data foto udara dan menghasilkan bentuk ortophoto dan DEM (*Digital Elevation Model*)
- h. Perangkat Lunak untuk menghitung volume galian dan timbunan dari area longsor STA 9+500 dan STA 9+60.
- i. Alat komunikasi HT (*Handy Talky*) untuk sinkronisasi pengamatan antar titik

2.4 Proses Pembuatan Peta Topografi dan DEM

Secara umum proses pembuatan peta topografi dan DEM dilakukan sebagai berikut :

- a. Persiapan
Pada tahap ini tim peneliti menyiapkan peralatan yang digunakan untuk akuisisi data di lapangan meliputi peralatan GPS, Drone dan alat pendukung lainnya.
- b. Pengukuran dengan GPS RTK
Penentuan posisi dengan GPS dapat dilakukan dengan berbagai metode yang masing-masing mempunyai karakteristik tersendiri. Secara umum metode penentuan posisi dengan GPS dapat dikelompokkan atas beberapa metode yaitu: *absolute, differential, static, rapid static, pseudo-kinematic, dan stop-and-go*. metode yang digunakan pada pelaksanaan survei longsor pada STA 9+500 dan STA 9+600 menggunakan GPS RTK (*Real time kinematic*) menggunakan alat ukur GPS Hi Target. Untuk mendapatkan koordinat FIX digunakan dua BM yang digunakan dalam menentukan suatu titik relatif terlebih dahulu yang akan digunakan untuk mendapatkan ketelitian yang presisi terhadap titik lain. Data pengukuran RTK dihitung untuk memperoleh Koordinat Geografis dan Koordinat UTM.

c. Pemotretan udara dengan UAV

Fotogrametri adalah seni, ilmu, dan teknologi untuk memperoleh informasi terpercaya tentang objek fisik dan lingkungan melalui proses perekaman, pengukuran, dan interpretasi gambaran fotografik dan pola radiasi tenaga elektromagnetik yang terekam (Wolf, 1993). Dari fotogrametri diperoleh data sebagai bahan dasar dalam pembuatan geo-informasi secara fotogrametris yaitu foto udara yang saling bertampalan (overlap foto). Pada umumnya foto udara diperoleh melalui pemotretan udara pada ketinggian tertentu. Pada penelitian ini data foto udara diperoleh dengan menggunakan pesawat udara nirawak atau UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) yang biasa disebut drone. Dari hasil akuisisi foto udara dapat dihasilkan peta garis dan informasi planimetris (XY) dan informasi tinggi (Z) sehingga dihasilkan produk turunan DEM (*Digital Elevation Model*), kontur, titik tinggi, *Cross Section*, dan *Longitudinal Section*. Pemotretan udara dengan UAV dilakukan pada ruas jalan di Desa Liang Bunyu Kabupaten Nunukan Kalimantan Utara *Zone 50 North*. Pada akuisisi data dengan UAV lokasinya dibatasi pada area penelitian yaitu ruas jalan STA KM 9+ 500 dan STA KM 9+600

d. Proses Triangulasi Udara

Pada penelitian ini proses triangulasi udara dilakukan dengan menggunakan data GCP hasil pengukuran dengan GPS RTK. Dari proses triangulasi udara diperoleh titik kontrol minor yang akan digunakan untuk keperluan proses pembuatan ortofoto.

e. Pembuatan ortofoto

Pembuatan peta ortofoto dilakukan sepanjang ruas jalan di Desa Liang Bunyu Kabupaten Nunukan Kalimantan Utara. Dari peta ortofoto diperoleh data awal untuk identifikasi daerah rawan longsor.

f. Pembuatan DEM

Pembuatan DEM dilakukan untuk memperoleh data tinggi titik-titik tanah sedemikian rupa, sehingga dapat dibuat garis kontur di lokasi penelitian.

g. Plotting peta garis

Selain peta foto juga dilakukan plotting peta garis di lokasi penelitian

h. Pembuatan Peta Foto

Berdasarkan proses pembuatan ortofoto diperoleh foto udara vertikal, setelah dilengkapi dengan data lapangan dilanjutkan proses kartografi, sehingga diperoleh peta foto lokasi penelitian.

i. Pembuatan peta garis.

Selain peta foto pada kegiatan penelitian ini juga dilakukan pembuatan peta garis. Peta garis yang dihasilkan nantinya digunakan oleh Tenaga Ahli

Teknik Sipil dan Tenaga Ahli Geoteknik untuk keperluan analisis tanah longsor di lokasi penelitian.

2.5 Perhitungan Galian dan Timbunan

Setelah diperoleh peta foto dan peta garis, tahap selanjutnya adalah melakukan identifikasi lokasi tanah longsor. Berdasarkan data yang ada diperoleh peta garis, penampang memanjang, penampang melintang, data DEM dan garis kontur lokasi penelitian. Dari pemotretan udara diperoleh foto udara vertikal atau tegak (Orthopoto) dan DEM (*Digital Elevation Model*) dari area longsor pada STA 9+500 dan STA 9+600.

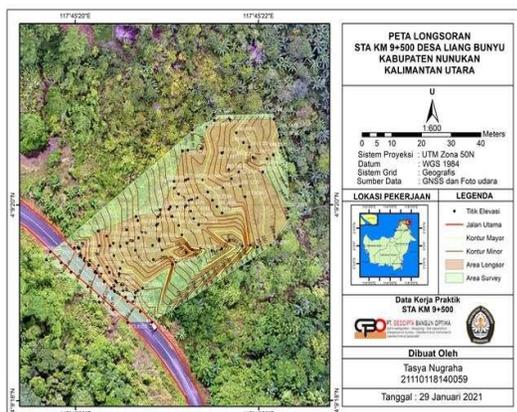
Data tersebut diatas selanjutnya akan digunakan untuk keperluan perhitungan luas area longsor, perhitungan volume galian dan volume timbunan. Sebelum dimulai kegiatan galian dan timbunan tanah, terlebih dahulu harus mengetahui gambar penampang memanjang, penampang melintang, data DEM dan garis kontur. Perhitungan galian dan timbunan (*cut and fill*) merupakan salah satu bagian terpenting dalam berbagai jenis proyek sipil dan pengukuran. Pada penelitian ini dilakukan perhitungan volume galian dan timbunan yang akan dilakukan untuk keperluan rekayasa penanggulangan tanah longsor.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perencanaan Jalur Terbang

Akuisisi foto udara perlu diperhatikan pertampalan antar foto yang searah dengan arah terbang (*overlap*) dan antar jalur terbang (*sidelap*). Overlap dibutuhkan untuk mendapatkan model stereo dari data yang telah diakuisisi. Agar setiap model stereo antar jalur dapat disambung, maka dibutuhkan juga sidelap. Besaran overlap berkisar 50-70% sedangkan sidelap biasanya berkisar 15-30% sehingga akan terdapat 2 foto yang saling bertampalan dengan hasil foto yang tegak (*orthophoto*).

Dari pengolahan data diperoleh Peta Longsoran STA KM 9+500 seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Peta longsor STA KM 9+500

Selain Peta Longsor di STA 9+500 juga diperoleh Peta Longsor di STA KM 9+600 seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Peta longsor STA KM 9+600

Dari hasil akuisisi foto udara dapat dihasilkan peta garis dan informasi planimetris (XY) dan informasi tinggi (Z) sehingga dihasilkan produk turunan dari DEM (*Digital Elevation Model*) kontur, titik tinggi, Cross Section, dan Longitudinal section.

3.2. Peta Situasi Lokasi Longsor

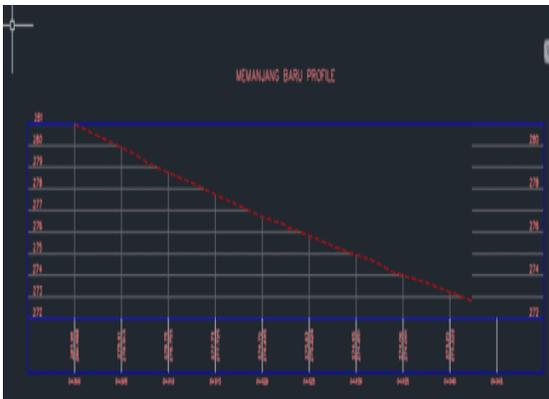
Berdasarkan pengolahan data dari foto udara selanjutnya dibuat peta garis dan diperoleh Peta Situasi Area Longsor seperti pada **Gambar 4**.



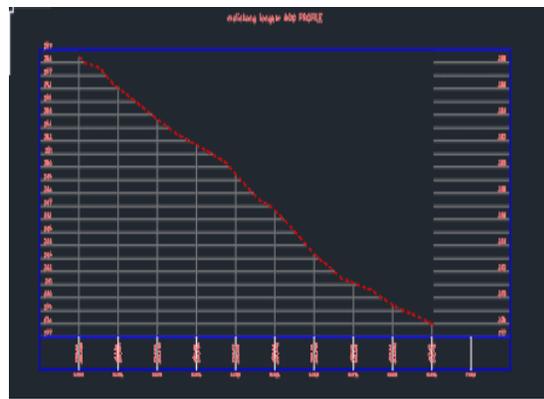
Gambar 4. Peta situasi area longsor

3.3. Gambar Penampang Memanjang

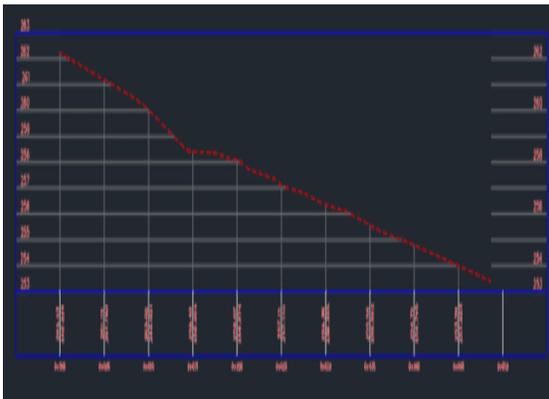
Selanjutnya dari pengolahan data diperoleh Gambar Penampang memanjang di STA KM 9+500 dan STA KM 9+600 seperti pada **Gambar 5** dan **Gambar 6**.



Gambar 5. Penampang memanjang STA 9+500

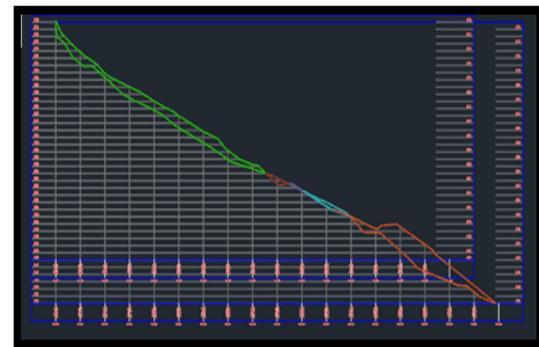


Gambar 8. Penampang melintang STA 9+600



Gambar 6. Penampang memanjang STA 9+600

Pada tahap berikutnya diperoleh data hasil *overlay* galian dan timbunan di STA 9+500 seperti pada Gambar 9. Pada bagian *overlay* penampang melintang longsor dengan penampang melintang tebing yang ingin di *cut* dilakukan digitasi penampang melintang tebing dengan membentuk polygon

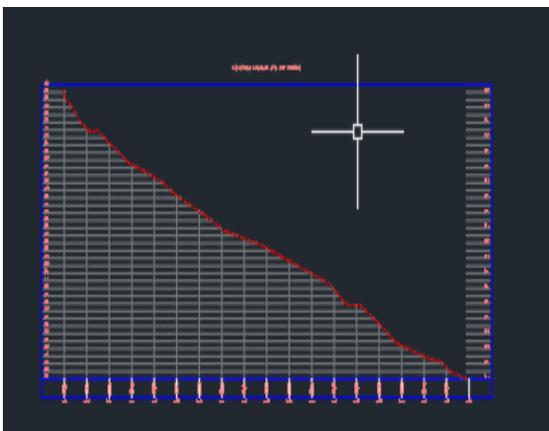


Gambar 9. Galian timbunan STA KM9+500

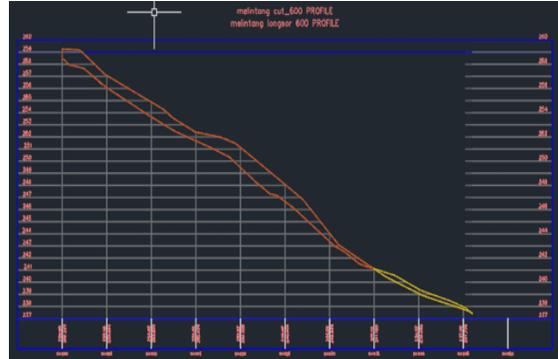
3.4 Gambar Penampang Melintang

Berikutnya dibuat Gambar Penampang Melintang di STA 9+500 dan STA 9+600 dan dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8. Area longsor STA 9+500 pada penampang melintang berada di elevasi 276,13 m dan area longsor STA KM 9+600 pada penampang melintang di elevasi 258,43 m

Kemudian dari pengolahan data juga diperoleh gambar galian timbunan di STA 9+600 seperti pada Gambar 10.



Gambar 7. Penampang melintang STA 9+500



Gambar 10. Galian timbunan STA KM 9+600

3.5 Perhitungan Galian Timbunan

Berdasarkan identifikasi menggunakan data peta foto dan peta garis dapat ditentukan lokasi tanah longsor, kemudian dilakukan pengolahan data kuantitatif yang menghasilkan volume galian dan timbunan di STA KM 9+500 dan STA 9+600 yang direncanakan untuk rekayasa penanggulangan longsor. Dari perhitungan yang dilakukan diperoleh data galian dan timbunan di STA 9+500 dan STA 9+600 seperti pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Perhitungan volume

STA	Area Longsor	Panjang sisi jalan	Volume (m ³)	Keterangan
9+500	53.444	39.1555	2.092,63	Cut
9+500	59,256	39.1555	2.320,20	Fill
9+600	38.305	22,4808	861,13	Cut
9+600	3,515	22,4808	79,02	Fill

Untuk luas area longsor STA KM 9+500 adalah 1.809 m² dan STA KM 9+600 sebesar 976 m²

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pada penelitian menggunakan metode ekstraterestris dilakukan dengan GPS RTK (*Real Time Kinematic*). Kemudian pada pekerjaan Fotogrametri dilakukan untuk membuat model ortomosaik dari perencanaan jalur terbang menggunakan pesawat tanpa awak *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV). Setelah diproses diperoleh foto tegak (*Orthophoto*) dan *Digital Elevation Model* (DEM) dari area longsor pada STA 9+500 dan STA 9+600. Dari hasil akuisisi foto udara dan pengukuran lapangan, dihasilkan peta foto dan peta garis dan informasi planimetris (XY), informasi tinggi (Z) sehingga dihasilkan produk turunan dari DTM (*Digital Terrain Model*) kontur, titik tinggi, *Cross Section*, dan *Longitudinal Section*. Selanjutnya setelah dilakukan pengolahan data diperoleh besaran volume galian dan timbunan dari area yang longsor serta data luas area STA 9+500 dan STA 9+600.
2. Dari identifikasi yang dilakukan menggunakan data tersebut diatas diperoleh lokasi longsor STA 9+500 dan STA 9+600. Setelah dilakukan perhitungan diperoleh volume Longsor STA 9+500 dengan data galian sebesar 2.092,63 m³

dan timbunan sebesar 2.320,20 m³. Kemudian dengan metode yang sama pada area longsor STA KM 9+600 setelah dihitung diperoleh volume galian sebesar 861,13 m³ dan timbunan sebesar 79,02 m³

3. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka tingkat ketelitian yang diperoleh sudah cukup memadai untuk keperluan identifikasi tanah longsor dan perhitungan volume galian timbunan area longsor. Untuk selanjutnya perlu dilakukan kajian penyelidikan tanah dengan melakukan sondir dan melakukan metode lainnya terkait bidang geoteknik untuk memperoleh data daya dukung tanah yang akan diperlukan untuk perhitungan rekayasa perkuatan tanah pada perencanaan jalan raya sehingga aman dan diharapkan tidak terjadi longsor.

4.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan masih ada beberapa hal yang perlu dilakukan untuk penelitian dengan tema yang sama. Berikut ini disampaikan saran-saran untuk penelitian yang akan datang :

1. Untuk memeriksa ketelitian hasil perhitungan galian dan timbunan disarankan melakukan pengukuran penampang melintang metode terestris di lapangan untuk keperluan validasi.
2. Dengan adanya perkembangan teknologi UAV disarankan melakukan penelitian pemotretan udara dengan teknologi lidar sehingga dapat diperoleh obyek 3 Dimensi yang lebih teliti.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H.Z. 2007. *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*. Pradnya Paramita: Jakarta
- Abidin, H.Z. 2016. *Survei Dengan GPS*. ITB Press: Bandung.
- Muntohar, A.S., 2010. Tanah longsor: analisis prediksi-mitigasi. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta: Geotechnical Engineering Research Group (GERG)
- Prasetyo Yudo. 2017. Pengantar Geodesi dan Geomatika. Semarang: Tigamedia Pratama.
- Santoso Bobby, Sherida Sarah dkk. 2020. *UAV Fotogrametri Dalam Penataan Ruang*. Yogyakarta: Andi.
- Wolf, Paul R. 1993. *Elemen Fotogrametri dengan Interpretasi Foto Udara dan Penginderaan Jauh*. Edisi 2. Gajah Mada University Press: Yogyakarta