

# IDENTIFIKASI KERUSAKAN JALAN BERDASARKAN HASIL ORTHOPHOTO MENGUNAKAN UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV)

Janur Aji Arbyanto 13.25.057

Dosen Pembimbing I : M. Edwin Tjahjadi, ST, M. Geom. Sc., Ph.D.

Dosen Pembimbing II : Adkha Yuliananda M ST., MT

## Abstraksi

Jalan merupakan prasarana transportasi yang sangat utama dalam mendukung pergerakan, baik pergerakan manusia atau barang. Ketersediaan infrastruktur jalan merupakan kunci dalam pertumbuhan ekonomi nasional dan sebagai penghubung antar wilayah yang akan memberikan dampak positif terhadap perkembangan wilayah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kerusakan jalan dari data foto udara menggunakan Unmanned Aerial Vehicle (UAV) dan dapat mengetahui volume kerusakan jalan dari data foto udara dan data topografi serta mengetahui perbandingan hasil volume dari data foto udara dan data topografi. Data diperoleh dari hasil foto udara menggunakan UAV data tersebut diproses menggunakan software agisoft photoscan untuk membuat data DEM dan orthophoto kemudian dilanjutkan dengan pembuatan DTM dan penghitungan volume total kerusakan jalan dilakukan di software global mapper. Foto udara dapat digunakan untuk mengidentifikasi kerusakan jalan serta dapat digunakan untuk menghitung volume kerusakan jalan, dimana dalam penelitian ini terdapat selisih  $0,22\text{m}^3$  pada total volume kerusakan jalan.

**Kata Kunci:** DEM, DTM, Kota Malang, UAV, Volume Kerusakan Jalan

## PENDAHULUAN

Jalan merupakan prasarana transportasi yang sangat utama dalam mendukung pergerakan, baik pergerakan manusia atau barang (Adisasmita, 2012). Ketersediaan infrastruktur jalan merupakan kunci dalam pertumbuhan ekonomi nasional dan sebagai penghubung antar wilayah yang akan memberikan dampak positif terhadap perkembangan wilayah (Dardak dalam Pandey, 2013).

Kerusakan jalan ditunjukkan dengan perubahan bentuk permukaan jalan. Kerusakan jalan pada konstruksi perkerasan jalan dapat disebabkan oleh meningkatnya kebutuhan masyarakat akan sarana transportasi sehingga memberi pengaruh pada peningkatan beban volume kendaraan yang melampaui kapasitas atau daya tampung jalan. Kerusakan pada konstruksi perkerasan jalan dapat disebabkan oleh lalu lintas, air yang berasal dari air hujan, sistem drainase jalan yang tidak baik, material konstruksi perkerasan, iklim, kondisi tanah dasar, dan proses pemadatan lapisan di atas tanah dasar yang kurang baik (Mulyono dalam Pandey, 2013).

Penggunaan dan pemanfaatan foto udara semakin meningkat seiring dengan perkembangan teknologi sensor penginderaan jauh dan teknologi wahana udara (Maryanto dalam Sirin dkk, 2015). Teknologi wahana udara yang saat ini telah banyak digunakan adalah wahana pesawat tak berawak atau *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) sebagai wahana pembawa sensor fotogrametri.

Salah satu ruas jalan di Kota Malang yang mengalami kerusakan perkerasan jalan yaitu di sepanjang ruas Jalan Golf. Jalan Golf merupakan

jalan alternatif menuju Kampus 2 ITN Malang. Adapun banyaknya pengendara yang menggunakan jalan ini menyebabkan beban lalu lintas semakin tinggi dan terjadi berulang-ulang sehingga memicu terjadinya penurunan kualitas jalan.

Ruas jalan yang mengalami kerusakan ini dapat diamati dengan pemanfaatan foto udara guna memberikan pendataan secara visual dan akurasi pemetaan yang tinggi serta penggunaan waktu yang relatif cepat yang nantinya akan dibandingkan dengan data/peta topografi.

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi kerusakan jalan dari *orthophoto* pemotretan udara dengan menggunakan UAV dan menghitung volume kerusakan jalan dari data foto udara dan data topografi serta membandingkan volume kerusakan jalan dari kedua data tersebut.

## DASAR TEORI

Jalan merupakan prasarana transportasi yang sangat utama dalam mendukung pergerakan, baik pergerakan manusia atau barang (Adisasmita, 2012). Jalan adalah ruang lalu lintas tempat kendaraan dan orang bergerak untuk berpindah tempat (Warpani, 2002). Dalam Undang-undang Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan dikatakan bahwa jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel.

Perkerasan jalan adalah konstruksi yang dibangun di atas lapisan tanah dasar (*subgrade*), yang berfungsi untuk menopang beban lalu lintas. Jenis konstruksi perkerasan jalan ada tiga jenis, yaitu perkerasan lentur/*flexible pavement*; Perkerasan kaku/*rigid pavement*; dan perkerasan gabungan lentur dan kaku/*composite pavement* (Hendarsin, 2000).

Kerusakan pada konstruksi perkerasan jalan dapat disebabkan oleh lalu lintas, air yang berasal dari air hujan, sistem drainase jalan yang tidak baik, material konstruksi perkerasan, iklim, kondisi tanah dasar, dan proses pemadatan lapisan di atas tanah dasar yang kurang baik (Mulyono dalam Pandey, 2013).

Kerusakan perkerasan lentur umumnya diklasifikasikan sebagai berikut (Udiana dkk, 2014):

1. Deformasi, adalah perubahan permukaan jalan dari profil aslinya (sesudah pembangunan).
2. Retak (Crack), retak dapat terjadi dalam berbagai bentuk. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor dan melibatkan mekanisme yang kompleks. Secara teoritis, retak dapat terjadi bila tegangan tarik yang terjadi pada lapisan aspal melampaui tegangan tarik maksimum yang dapat ditahan oleh perkerasan tersebut.
3. Kerusakan teksur permukaan, merupakan kehilangan material perkerasan secara berangsur-angsur dari lapisan permukaan ke arah bawah. Perkerasan nampak seakan pecah menjadi bagian-bagian kecil, seperti pengelupasan akibat terbakar sinar matahari, atau mempunyai garis-garis goresan yang sejajar. Butiran lepas dapat terjadi di atas seluruh permukaan, dengan lokasi terburuk di jalur lalu lintas.

Kerusakan perkerasan kaku dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Hardiyatmo dalam Supardi, 2013):

1. Deformasi (*deformation*), terdiri dari pemompaan, *blow-up*, penurunan, *punch out*, dan *rocking*.
2. Retak (*cracks*), terdiri dari retak memanjang, retak melintang, retak diagonal, retak berkelok, retak sudut, retak tekuk, retak susut, retak bersilang pelat, telat terbagi, dan retak daya tahan.
3. Desintegrasi (*disintegration*), terdiri dari *scaling*, gompal, agregat licin, dan *popout*.

*Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) atau dikenal juga dengan nama Pesawat Udara Nir Awak (PUNA) merupakan pesawat udara yang dapat beroperasi tanpa adanya awak pesawat

(Barus dkk, 2017:). UAV merupakan sebuah kendaraan udara *autopilot* yang artinya suatu sistem yang dapat memandu gerak terbang pesawat tanpa adanya campur tangan dari manusia di dalam pesawat (Mulyani dkk, 2012).

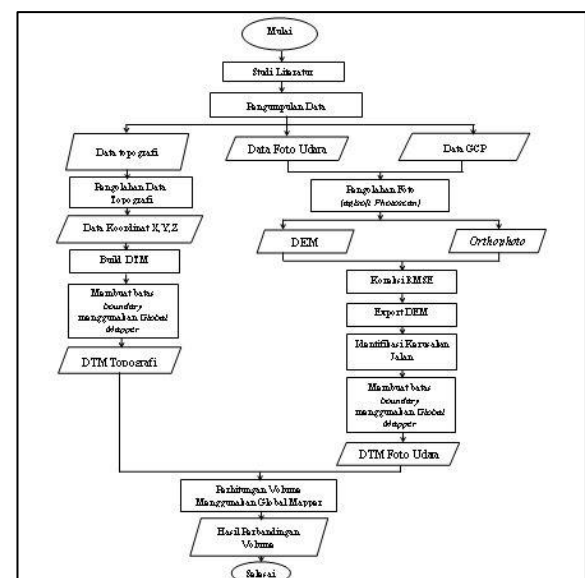
Berdasarkan jenisnya, terdapat dua jenis drone, yaitu multicopter dan *fixed wing*. *Fixed wing* memiliki bentuk seperti pesawat terbang biasa yang dilengkapi sistem sayap. Tipe *fixed-wing* memerlukan desain aerodinamika pada sayap dan badannya sehingga perancangannya cukup rumit. Multicopter yaitu jenis drone yang memanfaatkan putaran baling-baling untuk terbang seperti pada gambar 2.1. Multicopter dibagi menjadi dua yaitu *single-rotor* dan multi-rotor. Tipe *single-rotor* berbentuk seperti helikopter menggunakan baling-baling tunggal, sedangkan multi-rotor menggunakan 3 sampai 8 baling-baling (Suroso, 2016).

## METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian secara garis besar terdiri dari persiapan, pengumpulan data, pengolahan data, analisis dan kesimpulan. Tahapan penelitian ini secara umum dapat dilihat pada diagram alir dibawah ini.

Gambar 1. Diagram Alir

## HASIL DAN PEMBAHASAN



## Hasil Pengukuran GPS Geodetik

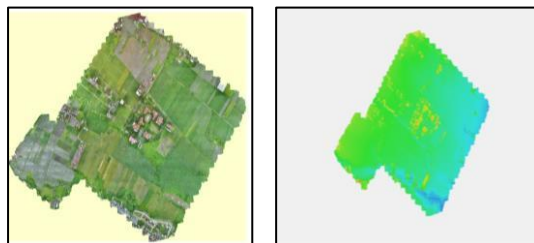
Pengukuran *GPS geodetik* dengan metode *static* untuk *Ground Control Point* (GCP) untuk GCP 01-08 yaitu diikatkan pada titik referensi BM Singosari. Dari pengukuran GPS geodetik didapatkan hasil berupa koordinat X,Y dan Z yang akan digunakan untuk proses *ortorektifikasi* pada pengolahan data foto. Data koordinat GCP dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Koordinat GCP

Name	Grid Easting (m)	Grid Northing (m)	Elevation (m)	Code
GCP1	680766.449	9124643.946	479.774	GCP
GCP2	680460.187	9124896.518	487.33	GCP
GCP3	680007.191	9125189.162	497.937	GCP
GCP4	680269.743	9124299.486	485.831	GCP
GCP5	679935.254	9124777.317	493.735	GCP
GCP6	679888.184	9124360.443	490.701	GCP
GCP7	679411.344	9124270.966	496.281	GCP
GCP8	680276.364	9123949.76	476.421	GCP

## Hasil Pengolahan Data Foto Udara

Hasil pengolahan data foto berupa DEM dan *orthophoto* dimana pengolahan data foto menggunakan 8 titik GCP dengan jumlah foto 2372 . Hasil *orthophoto* dari pengolahan *software Agisoft Photoscan* sudah terekstifikasi, secara visual terlihat bagus karena objek yang terlihat pada *orthophoto* sudah sesuai dengan kondisi aktual di lapangan seperti jalan, bangunan atau objek lain. Hasil dari pengolahan data foto bisa dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2. Hasil orthophoto (a) dan Hasil DEM (b)

## Hasil Ketelitian Geometri (RMSE) GCP

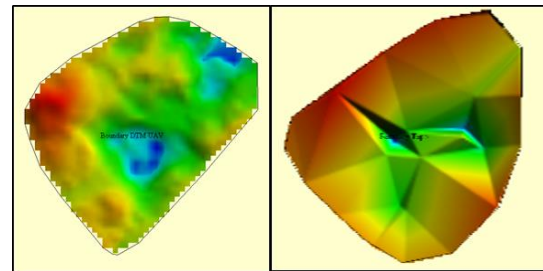
Hasil dari ketelitian geometri (RMSE) ini diperoleh dengan menggunakan 8 titik GCP. Dimana sebelum melakukan proses orthofoto dan DEM perlu adanya analisa titik kontrol (GCP) agar hasil orthofoto dan DEM dihasilkan benar-benar terkontrol dan berada pada posisi yang sebenarnya. Hasil dari analisa ketelitian geometri GCP dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Hasil Nilai RMSE GCP

Label	XY error (m)	Z error (m)	Error (m)	Projections	error (pix)
GCP1	6.71E-05	-0.000262051	0.00027051	10	0.056
GCP2	0.000669528	-0.000230593	0.000708125	10	0.021
GCP3	0.000704788	0.000307184	0.000768823	8	0.03
GCP4	0.00227528	0.00065196	0.00236685	18	0.043
GCP5	0.00275617	3.02E-05	0.00275633	10	0.034
GCP6	0.00104852	-0.000622582	0.00121943	11	0.024
GCP7	0.000554689	-4.35E-05	0.000556392	12	0.02
GCP8	0.000901389	9.89E-05	0.000906797	18	0.07
Total	0.00141167	0.000360807	0.00145705		0.044

## Hasil Ketelitian Geometri (RMSE) GCP

Setelah pengolahan data menggunakan *software agisoft photoscan* data akan dipotong sesuai area yang menjadi lokasi dalam penelitian ini terlebih dahulu sebelum masuk kedalam proses penghitungan volume. Gambar dibawah ini adalah potongan DTM dari data Foto Udara dan data Topografi.



Gambar 3. Hasil DTM Foto Udara (a) dan Topografi (b)

## Hasil Penghitungan Volume Data DTM

Hasil dari proses perhitungan volume dari data DTM Foto Udara pada *Software Global Mapper* menunjukkan hasil volume sebesar 0,05746m<sup>3</sup>, sedangkan hasil volume pada data DTM Topografi adalah sebesar 0,28145m<sup>3</sup>. Dari hasil kedua perhitungan total volume kerusakan jalan atau data DTM dari Foto Udara dan Data pengukuran Topografi menggunakan GPS pada gambar diatas bisa dilihat terdapat selisih yaitu 0,22 m<sup>3</sup>. Berikut adalah hasil penghitungan dan perbandingan total volume yang akan digambarkan dalam bentuk tabel dengan menggunakan *parameter/interval sample spacing* yang sama.

Tabel 3. Hasil Penghitungan Total Volume dan Selisih Total Volume

Parameter/Interval	Total Volume DTM Topografi	Total Volume DTM Foto Udara
Sample Spacing		
0,05 m	0,28145 m <sup>3</sup>	0,05746 m <sup>3</sup>
Total Selisih Volume		0,22 m <sup>3</sup>

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

- Hasil dari proses perhitungan volume dari area lahan yang terbuka dengan menggunakan interval 0,05m pada *Software Global Mapper* menunjukkan hasil volume sebesar 0,05746m<sup>3</sup> pada penghitungan data DTM Foto Udara dan hasil penghitungan volume dari data DTM Topografi adalah 0,28145m<sup>3</sup>. Dengan demikian didapatkan selisih volume sebesar 0,22m<sup>3</sup>. Dengan adanya hasil data diatas dapat disimpulkan bahwa Foto Udara dapat digunakan untuk mengidentifikasi serta menghitung volume kerusakan jalan.

2. Perbedaan hasil data elevasi DTM dan hasil data panjang area keliling dapat mempengaruhi hasil penghitungan total volume.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adisasmita, Adji, S. (2012). *Perencanaan infrastruktur transportasi wilayah*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Barus, Ray, B., Prasetyo, Yudo, & Hani'ah. (2017). Analisis akurasi pemodelan 3D menggunakan metode *close range photogrammetry* (CRP), *unmanned aerial vehicle* (UAV) dan *terrestrial laser scanner* (TLS). *Jurnal Geodesi UNDIP*, 6, 171.
- Darpono, A., Jasmani, & Purwanto, H. (2017). Pembuatan peta ortofoto dengan UAV untuk rencana penyusunan peta desa
- Giyatno. (2016). Analisis kerusakan jalan dengan metode PCI kajian ekonomis dan strategi penanganannya (Studi kasus ruas Jalan Ponorogo-Pacitan km 231+000 sampai dengan km 246+000, km 0+000 di Surabaya). *Skripsi*. Diterbitkan.
- Gularso, Herjuno., Subiyanto, Sawitri., & Sabri. (2013). Tinjauan pemotretan udara format kecil menggunakan pesawat model Skywalker 1680 (Studi kasus: area sekitar Kampus UNDIP). *Jurnal Geodesi UNDIP*, 2, 80.
- Hendarsin, Shirley L. (2000). *Perencanaan teknik jalan raya*. Bandung: Jurusan Teknik Sipil – Politeknik Negeri Bandung.
- Handoko, F., Tjahjadi, M.E., (2017). Single Frame Resection of Compact Digital Cameras for UAV Imagery.
- Julzarika, Atriyon. (2009). Perbandingan teknik orthorektifikasi citra satelit spot5 wilayah Semarang dengan metode Digital Mono Plotting (Dmp) dan metode Rational Polynomial Coefficients (Rpcs). *Jurnal Penginderaan Jauh*, 6, 14.
- Mulyani., Astrowulan, Katjuk., & Susila, Joko. (2012). Autolanding pada UAV (*unmanned aerial vehicle*) menggunakan kontroler PID-Fuzzy. *Jurnal Teknik POMITS*, 1, 1.
- Mustofa, H.A., Prasetyo, Y., Hani'ah (2016). Analisis ketelitian planimetrik orthophoto pada topografi perbukitan dan datar berdasarkan kuantitas titik kontrol tanah. *Jurnal Geodesi UNDIP* 2016.
- Pandey, Sisca V. (2013). Kerusakan jalan daerah akibat beban *overloading*. *Jurnal Tekno Sipil*, 11, 3-4.
- Rokhmana, C.A., Sai, S.S., & Tjahjadi, M.E., (2019). Geometric Accuracy Assessments of Orthophoto Production From UAV Aerial Image.
- Rifaan, M., Tjahjadi, M.E., (2018). Foto Udara Menggunakan Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Untuk Pemodelan 3D Jalan Raya.
- Rokhmana, C.A., Tjahjadi, M.E., Agustina, F.D., (2019). Assessing Stability Performance of Non-Metric Camera's Lens Distortion Model During UAV Flight Missions.
- Republik Indonesia. (2004). Undang-Undang No. 38 Tahun 2004 tentang Jalan, LN No. 132. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Shofiyanti, Rizatus. (2011). Teknologi pesawat tanpa awak untuk pemetaan dan pemantauan tanaman dan lahan pertanian. *Makalah Informatika Pertanian*, 20, 59.
- Sai, S.S., Tjahjadi, M.E., Purwanto, H., (2013). Studi Kelayakan Pemetaan Kadastral Teliti dari Pemotretan Udara dengan Wahana Nirawak.
- Sai, S.S., Tjahjadi, M.E., Handoko, F., (2017). Novel Image Mosaicing of UAV's Imagery Using Collinearity Condition.
- Sirin, Dinari., dkk. (2015). Standardisasi prosedur pengambilan foto udara dengan pesawat LSA untuk pengembangan *payload* inderaja. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh*.
- Sobatnu, Ferry. (2014). Permodelan elevasi digital pada lahan rawa. *Jurnal INTEKNA*, 1, 102.
- Suroso.(2016). Peran Drone/Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Buatan STTKD dalam Dunia Penerbangan.
- Sumantri, Anggit. (2015). Survei kerusakan dan estimasi biaya perbaikan Jalan Balung-Kemuningsari Km (00+00-03+00) Kabupaten Jember. *Skripsi*, Diterbitkan.
- Sumiati & Hasan, Arfan. (2013). Kerusakan dini lapisan perkerasan aspal beton AC-BC. *Jurnal Teknik Sipil*, 9, 111-112.
- Supardi.(2013). Evaluasi kerusakan jalan pada perkerasan *rigid* dengan menggunakan metode bina marga (Studi kasus ruas Jalan Sei Durian – Rasau Jaya km 21 + 700 S.D. km 24 + 700). *Jurnal Teknik Sipil UNTAN*, 13, 130.
- Subakti. (2017). Pemanfaatan foto udara UAV untuk pemodelan bangunan 3D dengan metode otomatis. *Jurnal Spectra Teknik Geodesi S-1*, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITN Malang.
- Tjahjadi, M.E., (2009). Evaluasi Pemetaan Jalan Raya Dengan Video Kamera Stereo
- Tjahjadi, M.E., Rokhmana, C.A., Gumeidhidta, I.A., (2019). Potensial Use of Uav-Based Mapping System to Accelerate the production of Parcel Boundary Map in Indonesia.
- Udiana, I Made., Saudale, Andre R., & Pah, Jusuf J. S. (2014). Analisa faktor penyebab kerusakan jalan (Studi kasus ruas Jalan W.J.

Lalamentik dan ruas Jalan GOR FLOBAMORA). *Jurnal Teknik Sipil*, 3, 15.

Warpani, Suwardjoko P. (2002). Pengelolaan lalu lintas dan angkutan jalan. Bandung: ITB.

Zayd, Riski Aziz., & Budi C, Agung. (2014). Analisa bencana tanah longsor dengan menggunakan UAV-*Photogrammetry*. *Jurnal Teknik POMITS*, 10, 1.

