

ANALISIS TINGKAT KERUSAKAN JALAN RUAS JALAN RAYA TELOREJO KECAMATAN DAU KABUPATEN MALANG DENGAN TEKNIK FOTOGRAMETRI

Udi Subagyo, ST., MT¹, Achendri M. Kurniawan, S.T., M.T.², Trias Rahardianto,
ST., MEnvMgmtSustGeospatSc³, Dr. Akhmad Suryadi, B.S., M.T.⁴

¹Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang, ²Dosen Jurusan Teknik Sipil,
Politeknik Negeri Malang, ³Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang, ³Dosen
Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

¹udi_subagyo@yahoo.com, ²Achendry@polinema.ac.id, ³trias.rahardianto@polinema.ac.id,
⁴akhmad.suryadi@polinema.ac.id

Abstrak

Metode pengumpulan data kerusakan permukaan jalan seiring perkembangan teknologi dengan menggunakan UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) hadir dalam berbagai bentuk dan ukuran dan dapat terbang membawa sensor kamera untuk fotografi udara. Hasil UAV adalah data spasial 2D (dua dimensi) maupun 3D (tiga dimensi) yang memiliki referensi geografis dan resolusi spasial yang tinggi, atau yang disebut teknik Fotogrametri. Dalam penelitian ini dilakukan eksplorasi kemampuan foto udara yang di potret menggunakan wahana UAV untuk analisis tingkat kerusakan ruas jalan raya Telorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang.

Adapun hasil analisis metode interpretasi visual pada citra ortofoto yang diperoleh dari pemotretan menggunakan wahana UAV untuk klasifikasi jenis-jenis kerusakan jalan adalah kerusakan retak blok, aerusakan retak kulit buaya, ambles dan nilai PCI rata rata sebesar 73 dengan kategori nilai kondisinya adalah sangat baik (*very good*)

Kata Kunci : UAV-Fotogrametri, Kerusakan permukaan jalan, Nilai kondisi jalan

ANALYSIS OF THE LEVEL OF ROAD DAMAGE ON THE TELOREJO HIGHWAY, DAU DISTRICT, MALANG REGENCY USING PHOTOGRAMMETRIC TECHNIQUES

**Udi Subagyo, ST., MT¹, Achendry Kurniawan, S.T., M.T.², Trias Rahardianto,
ST., MEnvMgmtSustGeospatSc³, Dr. Akhmad Suryadi, B.S., M.T.⁴**

¹Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang, ²Dosen Jurusan Teknik Sipil,
Politeknik Negeri Malang, ³Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang, ³Dosen
Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

¹udi_subagyo@yahoo.com, ²Achendry@polinema.ac.id. , ³trias.rahardianto@polinema.ac.id,
⁴akhmad.suryadi@polinema.ac.id

ABSTRACT

The method for collecting data on road surface damage along with technological developments is by using UAVs (Unmanned Aerial Vehicles) which come in various shapes and sizes and can fly carrying camera sensors for aerial photography. The UAV results are 2D (two-dimensional) and 3D (three-dimensional) spatial data which have geographic references and high spatial resolution, or what is called a photogrammetry technique. In this research, an exploration of the capabilities of aerial photographs taken using a UAV was carried out to analyze the level of damage to the Telorejo highway, Dau District, Malang Regency.

The results of the analysis of the visual interpretation method on orthophoto images obtained from photography using a UAV for classifying the types of road damage are block crack damage, crocodile skin crack damage, subsidence and an average PCI value of 73 with the road condition value category being very good (very good)

Keywords: UAV-Photogrammetry, Road surface damage, the road condition value

PENDAHULUAN

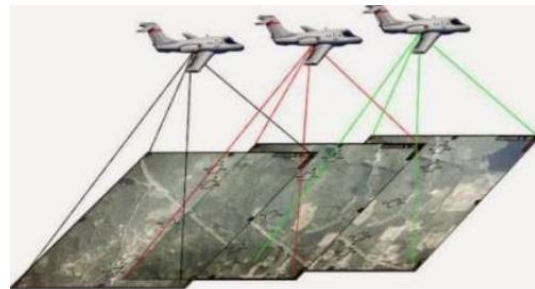
Metode pengumpulan data kerusakan permukaan jalan seiring perkembangan teknologi dengan menggunakan UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) hadir dalam berbagai bentuk dan ukuran dan dapat terbang membawa sensor kamera untuk fotografi udara. Hasil UAV adalah data spasial 2D (dua dimensi) maupun 3D (tiga dimensi) yang memiliki referensi geografis dan resolusi spasial yang tinggi, atau yang disebut teknik Fotogrametri. Dalam penelitian ini dilakukan eksplorasi kemampuan foto udara yang di potret menggunakan wahana UAV untuk analisis tingkat kerusakan ruas jalan raya Telorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang.

Adapun tujuan yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah Memperoleh hasil metode interpretasi visual pada citra ortofoto dhasil pemotretan menggunakan wahana UAV untuk klasifikasi Jenis-jenis kerusakan jalan pada ruas jalan, dan memperoleh hasil Tingkat Kerusakan ruas jalan .

METODE PENELITIAN

Teknik Fotogrametri (Uav)

Fotogrametri merupakan ilmu, seni dan Teknik untuk memperoleh data dan informasi tentang suatu objek atau fenomena melalui proses pencatatan, pengukuran dan interpretasi foto udara. Sedangkan pemetaan fotogrametri merupakan proses pemetaan objek-objek di permukaan dengan menggunakan foto udara yang bertampalan (*overlap*) sebagai media, dimana proses interpretasi dan pengolahan gametri dilakukan untuk menghasilkan orthofoto dan peta garis.



Gambar 1. Teknik Fotogrametri UAV Tahapan pengambilan data kerusakan jalan dengan teknik fotogrametri adalah sebagai berikut :

1. Perencanaan jalur terbang,
2. Perencanaan titik *GCP*
3. Pengukuran koordinat titik *GCP*
4. Pengambilan data foto udara,
5. Dilakukan seleksi foto, dan
6. selanjutnya dilakukan pemrosesan data tersebut agar diperoleh data berupa *DSM*, *DTM* dan *Orthofoto*.

Selanjutnya dapat dilanjtkan dengan proses pengolahan data fotogrametri pada *software agisoft metashape* langkah langkah dalam pengolahan data foto udara dan koordinat *GCP*:

1. Persiapan data foto udara dan koordinat *GCP*
2. *Align photo* pada foto udara,
3. Input koordinat pada *reference point*
4. *Point marker*,
5. *Build dens cloud*
6. *Optimize camera*
7. Proses *output DSM*, *DTM* dan *Orthofoto*

Pavement Condition Index (PCI)

Pavement Condition Index (PCI) adalah perkiraan kondisi jalan dengan sistem rating untuk menyatakan kondisi perkerasan yang sesungguhnya dengan data yang dapat dipercaya dan obyektif. Metode *PCI* dikembangkan di Amerika

oleh *U.S Army Corp of Engineers* untuk perkerasan bandara, jalan raya dan area parkir, karena dengan metode ini diperoleh data dan perkiraan kondisi yang akurat sesuai dengan kondisi di lapangan. Tingkat PCI dituliskan dalam tingkat 0 - 100. seperti **tabel 1.** berikut :

Tabel 1. Nilai PCI dan Kondisi Perkerasan

Nilai PCI	Kondisi
0 – 10	Hancur (<i>Failed</i>)
11 – 25	Sangat Parah (<i>Serious</i>)
26 – 40	Parah (<i>Very Poor</i>)
41 – 55	Jelek (<i>Poor</i>)
56 – 70	Sedang (<i>Fair</i>)
71 – 85	Baik (<i>Satisfactory</i>)
86 -100	Sangat Baik (<i>Good</i>)

Sumber : FAA 1982

analisa kerusakan dengan menggunakan metode *PCI* dengan langkah langkah sebagai berikut:

- Mencari Presentase Kerusakan (*Density*)

Density adalah presentase luas kerusakan terhadap luas sampel unit yang ditinjau, density diperoleh dengan cara membagi luas kerusakan dengan luas sampel unit.

$$Density = \frac{\text{Banyaknya kerusakan pada satu segmen}}{\text{Jumlah segmen}} \times 100\% \dots (1)$$

- Menentukan *Deduct Value*
Deduct value adalah nilai pengurangan untuk tiap jenis kerusakan yang diperoleh dari kurva hubungan antara *density* dan *deduct value*.
- Nilai *allowable maximum deduct value (m)*

Sebelum ditentukan nilai TDV dan CDV nilai *deduct value* perlu di cek

apakah nilai *deduct value individual* dapat digunakan dalam perhitungan

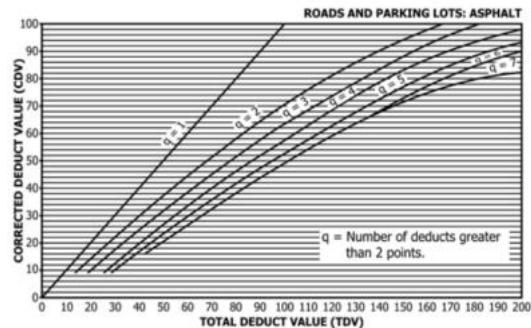
selanjutnya atau tidak dengan melakukan perhitungan nilai *allowable maximum deduct value (m)*

$$m = 1 + \left[\frac{9}{98} \times (100 - HDV) \right] \dots (2)$$

Jika semua nilai *deduct value* lebih besar dari nilai **m** maka dilakukan pengurangan terhadap nilai *deduct value* dengan nilai **m** tapi jika nilai *deduct value* lebih kecil dari nilai *m* maka tidak dilakukan pengurangan terhadap nilai *deduct value* tersebut.

- Nilai Pengurangan Terkoreksi (*Corrected Deduct Value, CDV*)

CDV adalah nilai pengurangan untuk tiap jenis kerusakan yang diperoleh dari kurva hubungan antara nilai pengurangan (*TDV*) dan nilai pengurangan (*DV*).



Gambar 2. Grafik hubungan CDV dan TDV

- Menghitung Nilai Kondisi Perkerasan (*PCI*)

Jika nilai CDV telah diketahui, maka ilai PCI untuk setiap unit sampel dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$PCI_s = 100 - CDV \dots (3)$$

Untuk nilai PCI secara keseluruhan dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$PCI_r = \frac{\sum PCI_s}{n} \dots(4)$$

Keterangan :

PCI_r = Nilai PCI rata-rata seluruh area penelitian

PCI_s = Nilai PCI untuk setiap unit sampel

n = Jumlah unit sampel

HASIL DAN PEMBAHASAN

Akuisisi Data Kerusakan Jalan

Tahapan akuisisi data menggunakan aplikasi bantu pada smartphone yakni Drone Harmony yang berfungsi untuk pembuatan jalur terbang serta pengaturan overlap dan sidelap, kecepatan wahana, durasi terbang, ketika wahana diterbangkan secara otomatis.



Gambar 3. Area Jalur Terbang Drone

Pembagian Segmen Area Kerusakan Jalan

Dari peninjauan lokasi menggunakan fotogrametri kemudian dilakukan pembagian segmen. Dengan mengacu metode PCI dalam membagi besaran segmen ruas jalan. Hal tersebut tertera pada **Tabel 2** dan tergambar pada **Gambar 4**.

Tabel 2. pembagian segmen area kerusakan jalan

Segmen	STA Awal	STA Akhir	Panjang Segmen (m)	Lebar segmen (m)	Luas Segmen (m ²)
1	0+840	0+890	50	3.3	165
2	0+890	0+940	50	3.3	165
3	0+940	0+990	50	3.3	165
4	0+990	1+020	30	3.3	99

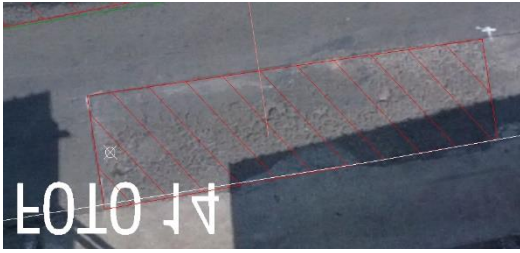
Sumber: Hasil Survei



Gambar 4. Gambar Pembagian segmen jalan

Interpretasi Visual Kerusakan Jalan

Klasifikasi setiap jenis-jenis kerusakan jalan didasarkan pada kelompok piksel yang dideteksi dan diidentifikasi mempunyai kesamaan/kemiripan warna, tekstur, dan rona. Dari aspek warna atau rona, terlihat bahwa tidak ada warna yang cukup kontras yang membedakan setiap jenis kerusakan. Hal ini disebabkan bahwa jenis kerusakan memiliki warna yang menyerupai warna perkerasan jalan aspal yakni warna abu abu hingga hitam. Pada kerusakan shoving, material halus lapisan pondasi yang berwarna kecokelatan sedangkan untuk jenis kerusakan amblas, terdapat genangan air yang berwarna coklat pekat. Pada jenis kerusakan lubang, penilaian visual didasarkan terhadap tepi kerusakan yang terlihat jelas seperti **Gambar 5**. kemudian dilakukan validasi berdasarkan tinjauan langsung yang tergambar pada **Gambar 6**.



Gambar 5. Pembuatan *Region* Kerusakan permukaan jalan



Gambar 6. Peninjauan kerusakan jalan secara langsung

Jenis jenis kerusakan jalan yang dapat diidentifikasi berdasarkan interpretasi visual adalah kerusakan lubang (*potholes*), sungkur (*shoving*), amblas (*depression*), retak kulit buaya (*alligator cracking*), tambalan (*patch*) dan retak tepi (*edge cracking*).

Menentukan luasan kerusakan jalan

Pada penentuan luasan kerusakan jalan menggunakan data *orthofoto* dari *fotogrametri drone* perlu adanya pembuatan *region* garis poligon tertutup yang menutupi area kerusakan jalan. sebagai contoh pada segmen 1 dengan jenis kerusakan amblas (*depresi*) dengan kondisi tampak atas yang tertera pada **Gambar 7** dan juga tampak potongan pada **Gambar 8**



Gambar 7. Tampak Atas kerusakan jalan jenis amblas (*depresi*)



Gambar 8. Tampak Potongan

kerusakan jalan jenis amblas (*depresi*)

Dari penentuan jenis kerusakan kemudian dilakukan analisa luasan pada kerusakan jenis amblas menggunakan *Acad civil 3d* dengan menggunakan *figure properties* seperti pada **gambar 9**.

Geometry	
Elevation	0.000
Area	1.204
Cumulative Area	1.204

Gambar 9. Keluaran luasan pada kerusakan jalan jenis amblas

Kemudian dilanjutkan penentuan luasan kerusakan perkerasan pada jenis perkerasan lainnya dengan menggunakan cara yang sama hingga diperoleh nilai luasan dan di rangkum berdasarkan segmen yang tertera pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Nilai luasan kerusakan jalan

Segmen	STA	jenis kerusakan	tingkat keparahan	region 1	region 2	region 3	total luas kerusakan
1	0+840-0+890	retak blok	sedang	63.289			63.289
		retak blok	tinggi	5.048			5.048
		retak kulit buaya	sedang	2.991			2.991
		ambles	sedang	1.204			1.204
2	0+890-0+940	retak kulit buaya	rendah	5.31			5.31
		retak blok	rendah	4.065			4.065
		retak blok	sedang	4.605	12.683	33.196	50.484
3	0+940-0+990	retak blok	sedang	6.817	11.977		18.794
		retak blok	rendah	62.382			62.382
4	0+990-1+020	retak blok	rendah	88.969			88.969

Sumber: Hasil Pembahasan

Menentukan persentase kerapatan (Density)

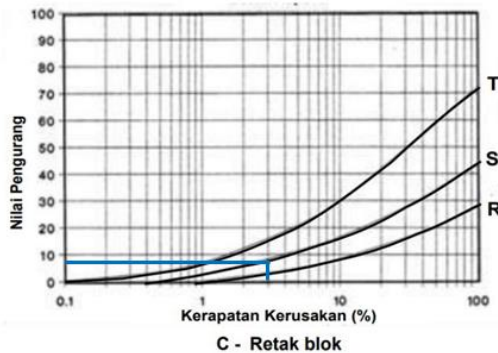
$$Density = \frac{LUAS KERUSAKAN JALAN}{LUAS SEGMENT JALAN} \times 100\%$$

$$Density = \frac{5,08}{3,3 \times 50} \times 100\% = 3\%$$

Berdasarkan perhitungan *density* kerusakan retak blok sedang pada segmen 1 diperoleh nilai yaitu **3%**

menentukan nilai deduct value

dengan menggunakan grafik sesuai dengan persentase dari *density* yang tertera pada **gambar 10**.



Gambar 9. grafik perhitungan nilai pengurangan retak blok

Jadi dari grafik retak blok diatas dengan tingkat keparahan sedang didapatkan nilai *density*nya sebesar 3 dan nilai *deduct value* sebesar 8.

Dari perhitungan perolehan nilai *deduct value* kemudian dilakukan penjumlahan.

Hasil perhitungan Luas Total kerusakan, *density* dan *Deduct Value* seperti tertera pada **tabel 4**.

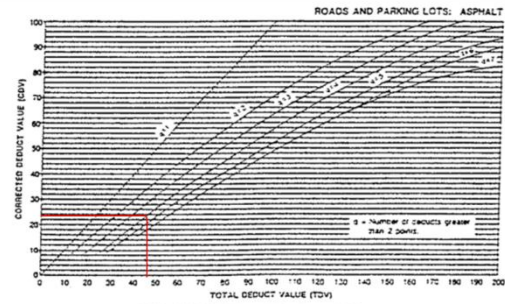
Tabel 4. Perhitungan *density* dan *Deduct Value*

Segmen	STA	jenis kerusakan	tingkat keparahan	region 1	region 2	region 3	total kerusakan	density	deduct Value
1	0+840-0+890	retak blok	sedang	63.289			63.289	38%	16
		retak blok	tinggi	5.048			5.048	3%	8
		retak kulit buaya	sedang	2.991			2.991	2%	18
		ambles	sedang	1.204			1.204	1%	5
		TOTAL							47
2	0+890-0+940	retak kulit buaya	rendah	5.31			5.31	3%	20
		retak blok	rendah	4.065			4.065	2%	4
		retak blok	sedang	4.605	12.683	33.196	50.484	31%	28
TOTAL TOTAL							52		
3	0+940-0+990	retak blok	sedang	6.817	11.977		18.794	11%	18
		retak blok	rendah	62.382			62.382	38%	17
TOTAL							35		
4	0+990-1+020	retak blok	rendah	88.969			88.969	90%	25
TOTAL							25		

Sumber: Hasil Pembahasan

Menentukan Nilai Pengurangan Terkoreksi (Corrected Deduct Value)

Pada segmen 1 terdapat 4 kerusakan yang mempunyai nilai deduct value lebih besar dari 2.



Gambar 9. Grafik Penentuan CDV pada segmen 1

Jadi dari grafik menentukan CDV diatas dengan nilai q = 4, maka didapatkan nilai TDV sebesar 47 dan nilai CDV sebesar 24.

Perhitungan Nilai PCI Segmen

Dari perhitungan CDV yang diperoleh, maka didapatkan nilai PCI pada segmen 1 sebagai berikut:

$$PCI = 100 - CDV = 100 - 24 = 76$$

Jadi untuk segmen 1 didapatkan hasil perhitungan nilai PCI sebesar 76 .

Analisa Kondisi Kelas Kerusakan jalan

Hasil analisa diperoleh nilai PCI pada setiap segmen, seperti yang tertera pada **Tabel 5.** dibawah ini.

Tabel. nilai PCI yang didapatkan tiap segmen

Segmen	STA	CDV	PCI	kondisi
1	0+840- 0+890	24	76	Very good
2	0+890- 0+940	32	68	good
3	0+940- 0+990	26	74	Very good
4	0+990- 1+020	26	74	Very good
Σ PCI			292	
Rata-rata nilai PCI			73	Very Good

Sumber: Hasil Pembahasan

Dari tabel perhitungan nilai PCI diatas STA 0+840 sampai STA 1+020 maka didapatkan nilai PCI rata-rata 73, yang didapatkan dari hasil pembagian seluruh jumlah PCI setiap segmen, dengan banyaknya segmen tersebut, maka didapatkan nilai kondisi jalannya adalah sangat baik (*Very good*).

KESIMPULAN

Hasil Analisis Tingkat Kerusakan Jalan Ruas Jalan Raya Telorejo Kecamatan Dau Kabupaten Malang Dengan Teknik *Fotogrametri* adalah sebagai berikut:

1. Hasil metode *interpretasi visual* pada citra *ortofoto* yang diperoleh dari hasil pemotretan menggunakan wahana *UAV* untuk klasifikasi Jenis-jenis kerusakan jalan pada ruas jalan adalah : Kerusakan retak blok, Kerusakan retak kulit buaya dan Ambles'
2. Hasil Analisa Tingkat Kerusakan ruas jalan STA 0+840 sampai STA 1+020 maka didapatkan nilai PCI rata-rata 73, yang didapatkan dari hasil pembagian seluruh jumlah PCI setiap

segmen, dengan banyaknya segmen tersebut, maka didapatkan nilai kondisi jalannya adalah sangat baik (*Very good*).

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum (DPU) Direktorat Binamarga.2014. Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI).
- T.Fwa, *The Handbook of Highway Engineering*. Florida, 2006.
- M. Uljarevic and S. Supic, "Comparative Analysis of Flexible and Rigid Pavement Design," *Contemp. Constr. Achiev. Civ. Eng.*, pp. 835–844, 2016.
- M. Herold and D. Roberts, "Spectral characteristics of asphalt road aging and deterioration : implications for remote-sensing applications," *Appl. Opt.*, vol. 44, no. 20, 2005.
- N. Bandara, "Current and Future Pavement Maintenance Prioritization Based on Rapid Visual Condition Evaluation," *J. Transp. Eng.* March 2001, no. April, pp. 116–123, 2001. [5] E. Schnebele, "Review of remote sensing methodologies for pavement management and assessment," *Eur. Transp. Res. Rev.*, 2015.
- W.Miller, J.S. & Bellinger, "Distress Identification Manual for the Long-Term Pavement Performance Program," in U.S Department of Transportation Federal Highway Administration, no. May, U.S Department of Transportation

Federal Highway
Administration, 2014.

- J. Everaerts, "The Use of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) for Remote Sensing and Mapping," *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci. Beijing*, vol. XXXVII, pp. 1187–1192, 2008.
- [8] N. Arsyad, "Akurasi Citra data Foto Udara Persimpangan Lalu Lintas Kota Kendari," *Rekayasa Sipil*, vol. 14, no. 1, pp. 51–59, 2020.
- [9] J. P. Dash, M. S. Watt, G. D. Pearse, M. Heaphy, and H. S. Dungey, "ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing Assessing very high resolution UAV imagery for monitoring forest health during a simulated disease outbreak," *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.*, vol. 131, pp. 1–14, 2017.
- S. Valkaniotis, G. Papathanassiou, and A. Ganas, "Mapping an earthquake-induced landslide based on UAV imagery; case study of the 2015 Okeanos landslide , Lefkada , Greece," *Eng. Geol.*, vol. 245, no. August, pp. 141–152, 2018.
- M. Arturo and A. Ndoma, "The Uses of Unmanned Aerial Vehicles - UAV's- (or drones) in Social Logistic : Natural Disasters Responses and Humanitarian Relief Aid," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 149, pp. 375–383, 2019.