

## Pemeriksaan Cerun Secara Visual di Bukit Putus, Negeri Sembilan Menggunakan Kaedah UAV Fotogrametri

Muhammad Muhriz Mazani, Aiman Amiera Mohd Nasir, Nur Nadhirah Nabilah Razaman, Masiri Kaamin\*

Department of Civil Engineering, Centre for Diploma Studies,

Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Pagoh Higher Education Hub, 84600 Pagoh, Johor, MALAYSIA

\*Pengarang Utama: [masiri@uthm.edu.my](mailto:masiri@uthm.edu.my)

DOI: <https://doi.org/10.30880/mari.2024.05.01.016>

### Info Artikel

Serahan: 1 September 2023

Diterima: 10 Disember 2023

Dalam Talian: 31 Januari 2024

### Keywords

Slope, Unmanned Aerial Vehicle, Digital Terrain Models, Digital Surface Models, Orthomosaic Images

### Kata Kunci

Cerun, Unmanned Aerial Vehicle (UAV), Model Rupa Bumi (DTM), Model Permukaan Digital (DSM), Imej Orthomosaic

### Abstract

*Slope inspection is one of the maintenance and monitoring activities for high-risk slopes. Conventional methods used for monitoring nowadays are very dangerous because workers have to climb hills to get data where serious accidents can happen. So, the UAV photogrammetry method has been used as an alternative to check the condition of the slope visually. This study was conducted by recording images with an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) and the Pix4DCapture application and processed using the Unmanned Aerial Vehicle (UAV) will be processed using Pix4Dmapper to produce orthomosaic images, digital terrain models (DTM) and digital surface models (DSM). Next, from the image data, it can produce three analyses, namely the determination of slope, slope defects and water catchment area by using Global Mapper software. The results of this study show that the slope class at Bukit Putus for both slopes is above 35° which is category G which is an area with a very steep slope. Analysis of slope defects in this study has two types, namely cracks and plant cover. There are five cracks and eight vegetation covers on both slopes. Next, the water catchment area can also be determined where each water flow direction goes through the right channel and goes directly to the drain area.*

### Abstrak

Pemeriksaan cerun adalah salah satu aktiviti penyenggaraan dan pemantauan untuk cerun-cerun yang berisiko tinggi. Kaedah konvensional yang digunakan untuk pemantauan pada masa kini amat berbahaya kerana pekerja perlu mendaki bukit untuk mendapatkan data dimana ianya boleh berlakunya kemalangan yang serius. Maka, kaedah UAV fotogrametri telah digunakan sebagai alternatif untuk memeriksa keadaan cerun secara visual. Kajian ini dijalankan dengan merakam imej dengan pesawat Unmanned Aerial Vehicle (UAV) dan aplikasi Pix4DCapture dan diproses dengan menggunakan Unmanned Aerial Vehicle (UAV) akan diproses dengan menggunakan Pix4Dmapper untuk menghasilkan imej orthomosaic, model rupa bumi digital (DTM) dan model permukaan digital (DSM). Seterusnya daripada data imej itu ianya dapat menghasilkan tiga analisis iaitu penentuan cerun, kecacatan cerun dan kawasan tadahan air dengan menggunakan perisian Global Mapper. Hasil kajian ini menunjukkan kelas cerun di Bukit Putus bagi kedua-dua cerun adalah melebihi 35° iaitu kategori G yang merupakan kawasan yang mempunyai cerun yang sangat curam. Analisis kecacatan cerun dalam kajian ini mempunyai dua jenis iaitu rekahan dan litupan tumbuhan. Terdapat lima rekahan dan lapan litupan tumbuhan pada kedua-dua cerun tersebut. Seterusnya, kawasan tadahan air juga dapat ditentukan dimana setiap arah aliran air melalui saluran yang betul dan menuju terus ke kawasan longkang.

## 1. Pendahuluan

Pemotongan cerun di kawasan berbukit perlu dilakukan untuk pembinaan jalan[1][2]. Kawasan ini lebih cenderung untuk gagal sekaligus memerlukan perhatian dan pengurusan khusus memandangkan ia melibatkan keselamatan orang ramai dan boleh melumpuhkan sistem pengangkutan sekiranya berlaku bencana alam[3][4][5]. Pembinaan cerun jika tidak dipantau dan dirancang dengan teliti akan menyebabkan tanah runtuh[6]. Oleh itu, kerja-kerja penyelenggaraan dan pemantauan di cerun perlu dilakukan oleh pihak yang bertanggungjawab[7]. Pemeriksaan cerun merupakan salah satu aktiviti pemantauan cerun yang boleh dilakukan oleh pihak bertanggungjawab untuk mengelakkan kegagalan cerun

Faktor manusia boleh menyebabkan kegagalan cerun dari segi kurangnya penyeliaan profesional semasa kerja-kerja pemulihan atau pemantauan cerun dan kecuaiannya tenaga pekerja yang tidak mahir juga boleh menyebabkan sistem saluran cerun gagal berfungsi dengan baik disebabkan oleh penyelenggaraan yang tidak berkala dan sistematik[8]. Kaedah konvensional yang terdiri daripada ukur aras, trabas dan tekimetri merupakan kaedah lama yang diamalkan dalam pemeriksaan cerun. Ia juga memerlukan tenaga pekerja untuk mendaki bukit bagi mendapatkan data dengan cara melalui pengambilan gambar menggunakan kamera secara manual. Aktiviti ini boleh menyebabkan kemalangan serta membahayakan diri kerana tidak mempunyai aspek keselamatan yang kukuh ketika mendaki[1][9]. Bagi mengelakkan perkara sebegini berlaku, penggunaan teknologi UAV dapat memberikan hasil imej data yang lebih jelas dan tepat bagi membantu pengumpulan data yang baik dalam kerja pemeriksaan[10].

Tujuan kajian kes ini dilakukan adalah untuk merakam imej kawasan kajian dengan menggunakan UAV, menghasilkan imej orthomosaic dengan menggunakan teknik UAV fotogrametri dan menganalisis data untuk menentukan keadaan cerun terkini [11][12]. Kemajuan dalam teknologi UAV membolehkan pengkaji memperoleh data resolusi tinggi dan imej udara yang jelas untuk fotogrametri[13][14]. Teknik tinjauan menggunakan UAV telah menjadi popular untuk mendapatkan maklumat yang lebih terperinci[15]. Penggunaan UAV untuk pemetaan, dan pemantauan bencana telah diamalkan oleh pengkaji pada masa kini untuk membantu dalam penghasilan kajian [10][16][17].

## 2. Metodologi

Metodologi dalam kajian ini menerangkan tentang cara proses pengambilan data dengan menggunakan UAV di kawasan kajian.

### 2.1 Pengambilan imej

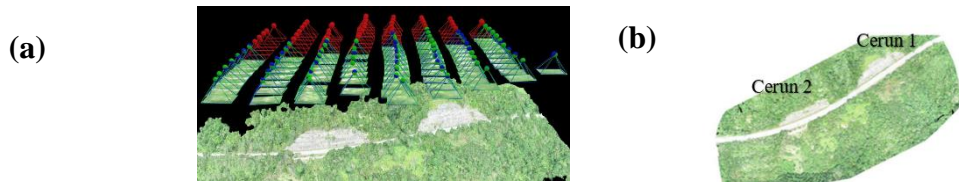
UAV dan aplikasi Pix4Dcapture digunakan untuk mengambil data imej cerun di kawasan kajian pada ketinggian 160m bermula dari longkang cerun sehingga puncak cerun yang tiada halangan. Penerbangan UAV ialah berbentuk imej misi poligon. Jarak ketinggian penerbangan dari puncak cerun ditetapkan sejauh 20m untuk mendapatkan gambar yang lebih jelas. Keluasan kawasan penerbangan yang dilakukan ialah seluas 92883.26. Kedudukan kamera adalah 90 darjah dari ufuk, 80 peratus tindaan dari bahagian hadapan dan 70 peratus dibahagian sisi. Kelajuan penerbangan dron disetkan pada tahap laju. Dalam aplikasi Pix4Dcapture telah ditetapkan tempoh penerbangan, panjang dan lebar kawasan kajian serta tinggi penerbangan UAV. Tempoh penerbangan kawasan kajian adalah selama 8 minit 20 saat. Kajian ini memberi tumpuan kepada pemetaan cerun yang terletak di Bukit Putus, Negeri Sembilan yang berada di antara koordinat  $2^{\circ}43' 46''$  N  $102^{\circ}00' 00''$  E,  $2^{\circ}43' 45''$  N  $102^{\circ}01' 56''$  E,  $2^{\circ}43' 53''$  N  $102^{\circ}02' 09''$  E,  $2^{\circ}43' 49''$  N,  $102^{\circ}02' 11''$  E,  $2^{\circ}43' 39''$  N  $102^{\circ}01' 59''$  E seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.



Rajah 1 Aplikasi Pix4Dcapture

## 2.2 Pemrosesan imej

Pix4Dmapper adalah perisian yang digunakan untuk memproses imej orthomosaic dan mempunyai tiga fasa yang perlu dilalui. Fasa yang dilakukan ialah initial processing diikuti dengan point cloud and mesh dan DSM, orthomosaic and index seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2(a). Sebanyak 106 imej telah dirakam menggunakan UAV untuk memperolehi imej cerun yang lengkap dan lebih jelas. Sewaktu memproses imej menggunakan perisian Pix4Dmapper, antara data yang boleh diperolehi adalah imej orthomosaic seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2(b).



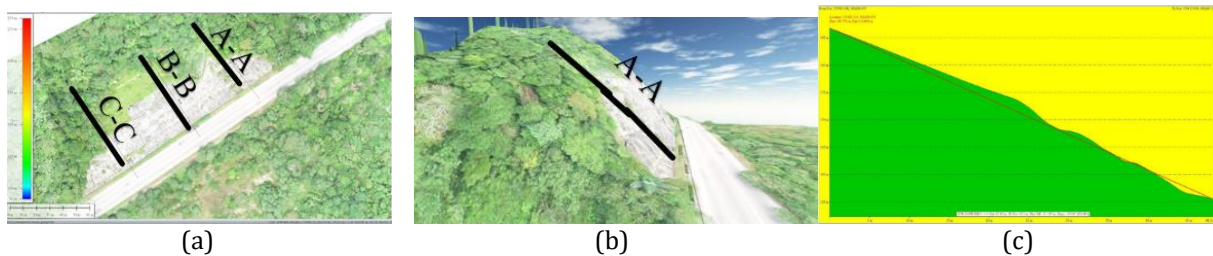
Rajah 2 (a) 3D Mesh View dan (b) Imej Orthomosaic

## 3. Analisis dan perbincangan

Bahagian ini menerangkan hasil analisis data bagi kawasan kajian tersebut yang mempunyai dua cerun iaitu cerun 1 dan cerun 2 yang telah diperolehi daripada *Orthomosaic Photo*, *Digital Terrain Model (DTM)* dan *Digital Surface Model (DSM)* yang dihasilkan semasa pemrosesan imej[18][19][1]. Antara analisis yang dijalankan adalah analisis penentuan cerun, pemeriksaan cerun dan kawasan tadahan air dengan menggunakan perisian Global Mapper.

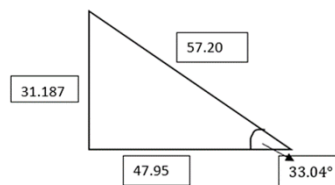
### 3.1 Penentuan sudut kecerunan

Penentuan sudut kecerunan dapat ditentukan daripada hasil imej Orthomosaic, DSM dan DTM. Imej Orthomosaic akan dipotong kepada tiga bahagian keratan rentas bagi setiap cerun seperti cerun 1 iaitu terdapat A, B dan C seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3 (a). Cerun ini dibahagikan kepada tiga bahagian untuk memudahkan proses menganalisis cerun dengan lebih mudah. Rajah 3(b) menunjukkan keratan rentas A pada cerun 1. Analisis dari bahagian sisi cerun ini digunakan untuk melihat kecerunan cerun dengan lebih jelas. Seterusnya imej sisi 3D cerun A dijadikan kepada graf keratan rentas A untuk memudahkan proses pengambilan data seperti jarak, jarak 3D, cerun dan perbezaan cerun seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3(c).



Rajah 3 (a) Keratan rentas yang dipotong kepada tiga bahagian pada cerun 1 iaitu A, B dan C, (b) Imej sisi 3D cerun A, (c) Graf keratan rentas A

Rajah 4 menunjukkan hasil graf keratan rentas, pengiraan sudut cerun bagi keratan rentas A dapat dikira dengan menggunakan formula theorem phytagoras.



Rajah 4 Sudut cerun keratan rentas A

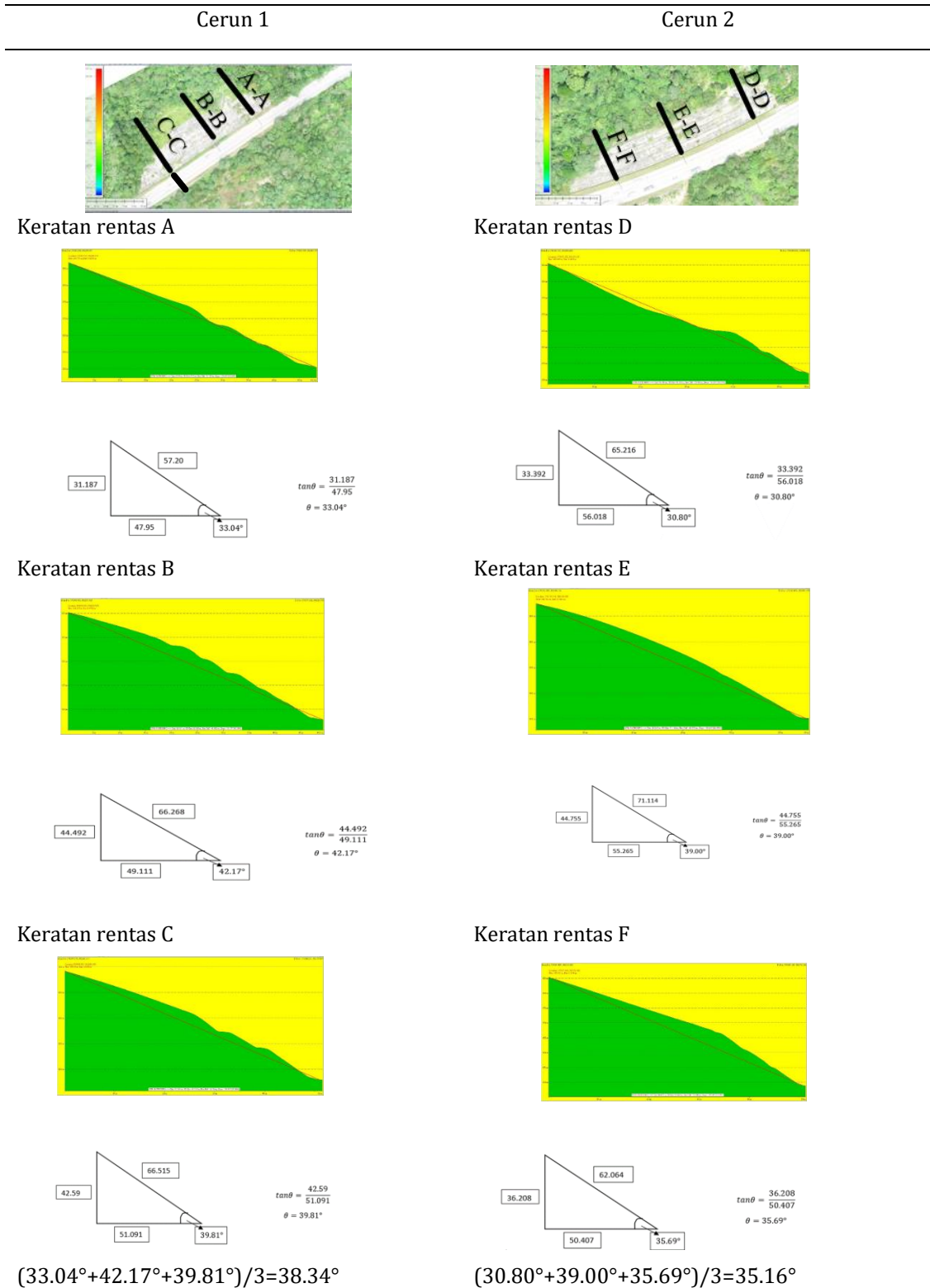
Formula yang digunakan untuk mendapatkan nilai kecerunan tersebut.

$$\tan\theta = \frac{31.187}{47.95}$$

$$\theta = 33.04$$

**Rumus. 1**

**Jadual 1** Perbandingan keratan rentas cerun 1 dan 2



Analisis cerun ini adalah untuk mendapatkan darjah kecerunan di kawasan kajian tersebut. Kawasan kajian ini mempunyai dua buah cerun iaitu cerun A dan B. Jadual 1 menunjukkan perbandingan cerun 1 dan cerun 2. Kaedah yang sama digunakan untuk menghitung sudut kecerunan dikeratan yang lain di cerun 1 dan cerun 2. Sudut cerun bagi cerun 1 adalah 38.34 manakala cerun 2 adalah 35.16. Bagi pengiraan sudut kecerunan bagi setiap cerun, ianya perlu menambah ketiga-tiga bahagian pada setiap cerun dan dibahagi dengan tiga untuk mencari purata. Jadinya, hasil kajian menunjukkan kelas cerun di Bukit Putus bagi kedua-dua cerun adalah >35° iaitu dalam kategori G yang merupakan kawasan cerun yang mempunyai cerun yang sangat curam [20]. Jadual 2 di atas menunjukkan klasifikasi cerun yang digunakan sebagai panduan dalam menganalisis cerun di kawasan kajian.

**Jadual 2** *Klasifikasi Cerun*



Klass Cerun	Sudut Kecerunan (°)	Keadaan Cerun
A	0-2	Cerun
B	2-6	Cerun Landai
C	6-12	Cerun Sederhana
D	12-18	Cerun Kuat
E	18-25	Sederhana Curam
F	25-35	Curam



### 3.2 Analisis kecacatan cerun

Imej Orthomosaic digunakan bagi mendapatkan data kecacatan cerun dan kemudiannya dibesarkan untuk melihat kedudukan kecacatan cerun itu berlaku.

**Jadual 3** *Kecacatan cerun bagi cerun 1 dan 2*

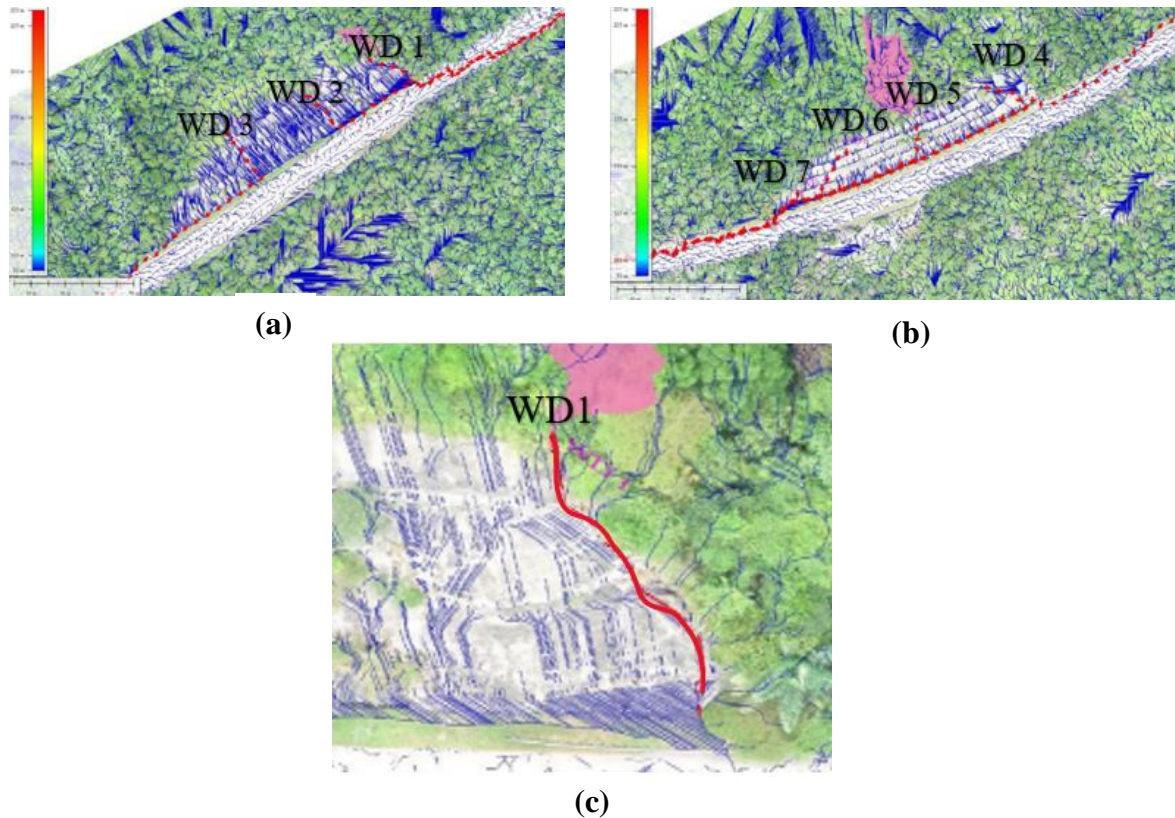
	Cerun 1		Cerun 2
Rekahan		Rekahan	
Rekahan		Rekahan	
Litupan tumbuhan		Litupan tumbuhan	
Litupan tumbuhan		Litupan tumbuhan	
Litupan tumbuhan		Litupan tumbuhan	

Data yang diambil dalam bentuk imej menunjukkan beberapa kawasan cerun mengalami kerosakan. Setelah diteliti dengan betul, terdapat dua jenis kerosakan yang berlaku iaitu rekahan dan litupan tumbuhan. Setiap kerosakan diberi singkatan nama cracking iaitu (CK). Jadual 3 menunjukkan kecacatan yang berlaku pada cerun 1 dan cerun 2.

### 3.3 Kawasan tadahan air

Kawasan tadahan air pada cerun dapat diselidik dan dikenalpasti dengan menggunakan perisian Global Mapper. Kaedah analisis tadahan air ini adalah untuk menganalisis sama ada aliran air pada cerun ini melalui saluran yang betul. Cerun 1 mempunyai 3 kawasan tadahan air iaitu WD1, WD2 dan WD3 manakala bagi cerun 2 pula WD4, WD5, WD6 dan WD7. (WD) merupakan singkatan nama bagi watershed (WD). Rajah 5(a) dan Rajah 5(b) menunjukkan analisis kawasan tadahan air di cerun 1 dan 2. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan arah aliran air yang berwarna merah itu mengalir dalam saluran yang telah ditetapkan dan terus mengalir ke kawasan

longkang. Data yang diperoleh menunjukkan kawasan tadahan air bagi kedua-dua cerun itu melalui saluran yang betul dan terus mengalir ke kawasan longkang seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5 (c).



**Rajah 5** Kawasan tadahan air bagi (a)cerun 1 dan(b)cerun 2 dan (c) Kawasan tadahan air dalam bentuk 3D

#### 4. Kesimpulan

Hasil kajian ini dapat menunjukkan bahawa cerun di Bukit Putus, Kuala Pilah merupakan cerun yang sangat curam dan dikategorikan sebagai cerun kategori G. Penggunaan UAV dapat menjimatkan masa kerana data yang akan dihasilkan tidak memerlukan masa yang panjang untuk diproses berbanding dengan kaedah konvensional yang digunakan. Hasil data penilaian cerun dapat diperolehi dengan efektif dan menghasilkan imej yang lebih jelas dan cantik. Data yang diperolehi ini dapat membantu pihak berkuasa dalam menjalankan tanggungjawab mereka dengan membuat pemantauan dan penyelenggaraan terhadap cerun. Pemeriksaan secara visual dengan menggunakan UAV adalah salah satu perkembangan daripada kaedah konvensional yang memerlukan tenaga pekerja untuk mendaki bukit bagi mendapatkan data dengan cara melalui pengambilan gambar menggunakan kamera secara manual.

#### Penghargaan

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Pusat Pengajian Diploma, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia atas sokongan yang diberikan.

#### Konflik Kepentingan

Penulis mengumumkan bahawa tidak ada konflik kepentingan yang berkaitan dengan penerbitan makalah ini.

#### Sumbangan Penulis

Penulis mengesahkan sumbangan kepada kertas ini seperti berikut: **konsepsi dan reka bentuk kajian, pengumpulan data, analisis dan interpretasi hasil, penyediaan draf manuskrip:** Muhammad Muhriz Mazani, Aiman Amiera Mohd Nasir, Nur Nadhirah Nabilah Razaman, Masiri Kaamin. Semua penulis telah mengkaji hasil dan meluluskan versi terakhir manuskrip.

#### Rujukan

- [1] Kaamin, M., Supar, K., Mokhtar, M., Abdullah, N. H., Hamid, N. B., Khairolanuar, K., & Zulkefle, N. I. (2020) Visual Inspection of Slope at Kuala Pilah–Seremban Federal Highway by using UAV Photogrammetry, *Solid State Technology*, 63(3), 57-63.
- [2] Rupke, J., Huisman, M., & Kruse, H. M. G. (2007) Stability of man-made slopes, *Engineering geology*, 91(1), 16-24.
- [3] Kaamin, M., Mazuki, M. S., Madun, A., Ab Razak, S. N., Ngadiman, N., & Nor, A. H. M. (2020) Visual slope inspection using unmanned aerial vehicle (UAV), *Journal of Physics: Conference Series*, 1529(3), 032102.
- [4] Abd Majid, N., & Wan, W. M. M. W. I. (2013) Pemetaan kegagalan cerun di Pulau Pinang dengan menggunakan Rangkaian Saraf Buatan (ANN) (Mapping slope failure vulnerability in Penang using Artificial Neural Network (ANN). *Geografia*, 9(1).
- [5] Rahman, Z. A., Rahim, S. A., Yaacob, J., & Idris, W. M. R. (2007) Tinjauan awal potensi ketidakstabilan cerun dan cirian fiziko-kimia tanah di Cameron Highlands, Pahang, *Sains Malaysiana*, 36(2), 105-116.
- [6] Jahandar, O., Abdi, E., & Jaafari, A. (2022) Assessment of slope failure susceptibility along road networks in a forested region, northern Iran, *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 128, 103272.
- [7] Mohamad, F., Maulud, K. N. A., & Taib, A. M. (2023) Modelling of geospatial data through multi criteria analysis for cemetery land management, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1167(1), 012051.
- [8] Jamaluddin, T. A. (2006) Faktor manusia dan kegagalan cerun di Malaysia, *Bulletin of the Geological Society of Malaysia*, 52, 75-84.
- [9] Subramaniam, T. R., Suhaimi, N. N. A., Paizol, A., & Nor, A. H. M. (2022) Determination of Slope Stability using (UAV) Unmanned Aerial Vehicle, *Multidisciplinary Applied Research, and Innovation*, 3(2), 292-301.
- [10] Zabeti, A. N., Nizam, I. Z., & Kaamin, M. (2022) Kaedah Pemeriksaan Bumbung Bangunan Menggunakan Pesawat Tanpa Pemandu (UAV), *Multidisciplinary Applied Research and Innovation*, 3(1), 236-246.
- [11] Yeh, F. H., Huang, C. J., Han, J. Y., & Ge, L. (2018) Modeling slope topography using unmanned aerial vehicle image technique, *In MATEC web of conferences*, 147, 07002.
- [12] Ahmad, M.J., (2020) Penilaian Ketepatan Kamera Digital Berasaskan Ketinggian Penerbangan Menggunakan Pesawat Tanpa Pemandu Untuk Tujuan Pemetaan, *Sarjana Falsafah, Fakulti Alam Bina dan Ukur, Universiti Teknologi Malaysia*,
- [13] Zolkepli, M. F., Ishak, M. F., Yunus, M. Y. M., Zaini, M. S. I., Wahap, M. S., Yasin, A. M., & Hezmi, M. A. (2021) Application of unmanned aerial vehicle (UAV) for slope mapping at Pahang Matriculation College, Malaysia, *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 123, 103003.
- [14] Tahar, K. N., Ahmad, A., Akib, W. A. A. W. M., & Mohd, W. M. N. W. (2012) A new approach on production of slope map using autonomous unmanned aerial vehicle, *International journal of physical sciences*, 7(42), 5678-5686.
- [15] Elmeseiry, N., Alshaer, N., & Ismail, T. (2021) A detailed survey and future directions of unmanned aerial vehicles (uavs) with potential applications *Aerospace*, 8(12), 363.
- [16] Federman, A., Santana Quintero, M., Kretz, S., Gregg, J., Lengies, M., Ouimet, C., & Laliberte, J. (2017) UAV photogrammetric workflows: A best practice guideline, *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 42, 237-244.
- [17] Mohsan, S. A. H., Khan, M. A., Noor, F., Ullah, I., & Alsharif, M. H. (2022) Towards the unmanned aerial vehicles (UAVs): A comprehensive review, *Drones*, 6(6), 147.
- [18] Ishak, M. F., Zolkepli, M. F., & Muhammad, N. (2020) The Effectiveness of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) for Digital Slope Mapping, *International Journal of Engineering Technology and Sciences*, 7(2), 119-136.
- [19] Elkhrachy, I. (2021) Accuracy assessment of low-cost unmanned aerial vehicle (UAV) photogrammetry, *Alexandria Engineering Journal*, 60(6), 5579-5590.
- [20] Kumar, M., & Kumar, R. (2022) M. Factors Affecting Slope Stability of an Opencast Mine: A Brief Study, *Int. J. Innov. Sci. Res. Technol*, 7, 878-882.