

Aplikasi UAV Dalam Penghasilan Model 3D Bangunan Bersejarah Balai Nobat Alor Setar

Mohamad Pauzi Mat Zam*

Politeknik Tuanku Sultanah Bahiyah, Kulim Hi-Tech Park, 09000 Kulim, Kedah.

ABSTRAK

Pada masa kini, perkembangan pesat teknologi Unmanned Aerial Vehicle (UAV) atau lebih dikenali sebagai Pesawat Udara Tanpa Pemandu telah digunakan secara meluas dalam pelbagai bidang dan aplikasi termasuklah penghasilan model tiga dimensi (3D). Penggunaan UAV dilihat sebagai alternatif terbaik dalam menghasilkan model 3D berbanding penggunaan Terrestrial Laser Scanning (TLS) yang memerlukan kos yang sangat tinggi. Tujuan kajian ini adalah untuk mengkaji keberkesanan penggunaan UAV dalam menghasilkan model 3D bangunan bersejarah Balai Nobat Alor Setar. Kajian ini melibatkan penggunaan UAV jenis DJI Mavic Pro untuk mendapatkan foto udara di sekitar bangunan, manakala pemprosesan kesemua foto udara menggunakan perisian Agisoft Photoscan untuk menghasilkan model 3D. Seterusnya analisis ketepatan berdasarkan pengiraan Root Mean Square Error (RMSE) telah dilakukan terhadap model 3D yang dihasilkan. Hasil kajian menunjukkan ketepatan RMSE bagi model 3D yang dihasilkan adalah baik iaitu +0.026m. Kesimpulannya, kajian ini membuktikan bahawa model 3D bangunan bersejarah Balai Nobat Alor Setar boleh dihasilkan menggunakan teknologi UAV jenis DJI Mavic Pro dan ketepatan model 3D yang dihasilkan boleh mencapai sehingga tahap sentimeter.

PENGENALAN

Perkembangan teknologi UAV pada masa kini semakin berkembang pesat di Malaysia kerana kebolehan dan kemampuannya dapat mengambil foto udara yang banyak dalam tempoh yang singkat serta foto udara yang diambil mempunyai resolusi yang tinggi bergantung kepada jenis kamera yang digunakan oleh UAV. Foto udara yang mempunyai resolusi yang tinggi ini secara tidak langsung membantu dalam pemprosesan hasil fotogrametri seperti ortofoto, model ketinggian digital (DEM), garis kontur, keratan rentas, model 3D dan sebagainya [1].

Kebiasaannya model 3D yang dihasilkan dengan menggunakan Terrestrial Laser Scanner (TLS) memerlukan kos yang sangat tinggi. Namun demikian dengan perkembangan teknologi terkini penghasilan model 3D menggunakan UAV dapat dilakukan dengan lebih mudah, menjimatkan kos dan kawasan pengukuran yang lebih besar [2]. Selain itu, UAV juga dilengkapi dengan GNSS dan kamera digital yang beresolusi tinggi sehingga dapat memberikan keputusan yang lebih baik [3].

Tujuan kajian ini adalah untuk mengkaji keberkesanan teknik UAV dalam menghasilkan model 3D bangunan Balai Nobat Alor Setar. Pemilihan untuk mendokumentasikan model 3D bangunan bersejarah ini adalah kerana bangunan yang dibina pada tahun 1907 ini merupakan tempat simpanan alat-alat muzik Nobat yang dianggap tertua dan paling bersejarah di Malaysia perlu dikekalkan nilai warisannya untuk generasi akan datang. Dalam kajian ini, UAV jenis DJI Mavic Pro digunakan untuk mendapatkan foto udara di sekitar bangunan. Kesemua foto udara ini diproses menggunakan perisian Agisoft Photoscan bagi menghasilkan model 3D dan seterusnya

*E-mel: en.pojie@gmail.com

analisis ketepatan menggunakan pengiraan Root-Mean-Square Errors (RMSE) ditentukan terhadap model 3D yang dihasilkan [4]. Kaedah pengiraan RMSE merupakan antara kaedah yang banyak digunakan untuk menilai ketepatan foto udara UAV dalam menghasilkan model 3D [5].

KAJIAN LITERATUR

Pesawat udara tanpa pemandu atau UAV yang juga dikenali dengan nama lain antaranya adalah Remotely Piloted Vehicle (RPV), drone, pesawat robot dan juga pesawat perintis [6]. Menurut [7], UAV merupakan sebuah pesawat udara yang tidak memerlukan juruterbang untuk menerbangkannya dan terdapat beberapa kaedah untuk menerbangkan UAV samada secara automatik, separa automatik ataupun gabungan diantara kedua-duanya. Di Malaysia penggunaan teknologi UAV telah berkembang dengan baik sehingga ke hari ini dan kini penggunaan UAV sudah terbukti sebagai sumber yang penting dalam pemetaan, pengawasan, pemeriksaan dan pemodelan 3D.

Permodelan 3D bangunan semakin mendapat perhatian dan berkembang pesat di Malaysia ketika ini. Hal ini berlaku akibat perkembangan teknologi sistem komputer dan pembangunan strata yang kebanyakannya memerlukan model 3D bagi bangunan yang dibina. Melalui model 3D ini, perancangan pembinaan dapat dilakukan dengan lebih baik dan teratur. Penghasilan model 3D bangunan ini dapat dihasilkan dengan pelbagai sumber, antaranya adalah UAV, Laser Scanner, GIS (Geographical Information System) dan lain-lain. Kesemua sumber-sumber ini berkait rapat dengan bidang geomatik yang secara tak langsung telah banyak menyumbang dalam memajukan platform ini [8].

Perkembangan teknologi UAV pada ketika ini telah menaik taraf kebolehan fotogrametri disebabkan oleh kemampuannya dalam menghasilillkan model 3D. Penggunaan model 3D juga sudah menjadi keperluan semasa kerana banyak faedah yang boleh diperolehi, antaranya model 3D dapat memberikan visual sesuatu model itu secara menyeluruh. Hal ini membolehkan perancangan yang teliti dapat dibuat disamping dapat melakukan semakan kualiti dengan lebih terperinci. Model 3D juga dapat membantu lukisan 2D yang mempunyai maklumat yang terhad. Penggunaan model 3D semakin diperlukan kerana pembangunan yang semakin pesat di negara ini dalam pelbagai sektor. Teknik model 3D boleh digunakan dalam strata, pemetaan, hidrografi dan lain-lain [1].

OBJEKTIF

Objektif utama kajian ini adalah seperti berikut: -

- i. Menghasilkan model 3D bangunan Balai Nobat Alor Setar menggunakan teknik UAV dan perisian Agisoft Photoscan.
- ii. Menilai ketepatan model 3D bangunan Balai Nobat Alor Setar yang telah dihasilkan.

PERALATAN

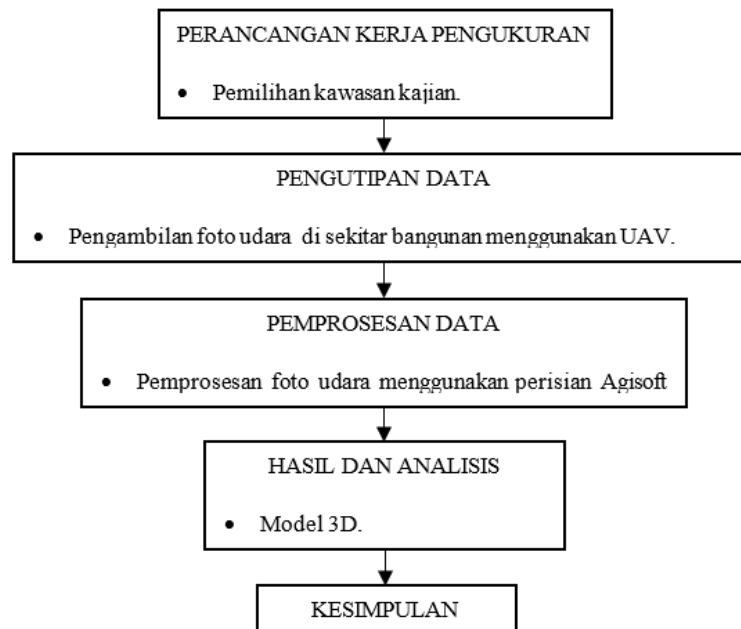
UAV yang digunakan merupakan peralatan yang dikeluarkan oleh Dà-Jiāng Innovations (DJI) iaitu dari model Mavic Pro (Rajah 1). Model ini merupakan UAV generasi terbaru dari DJI yang mempunyai ciri-ciri bentuk yang lebih kompak dan boleh dilipat, kamera 12MP yang boleh merakam video pada resolusi 4K, kelajuan penerbangan maksimum sehingga 65km/j serta membolehkan tempoh penerbangan sehingga 27 minit dalam kawasan lingkungan 7km.



Rajah 1. UAV jenis DJI Mavic Pro [9].

METODOLOGI

Kajian ini akan dijalankan mengikut peringkat agar lebih teratur dan dapat dijalankan dengan jayanya bagi memastikan objektif yang dinyatakan tercapai. Antara peringkat yang terlibat dalam metodologi ini adalah seperti Rajah 2 di bawah.

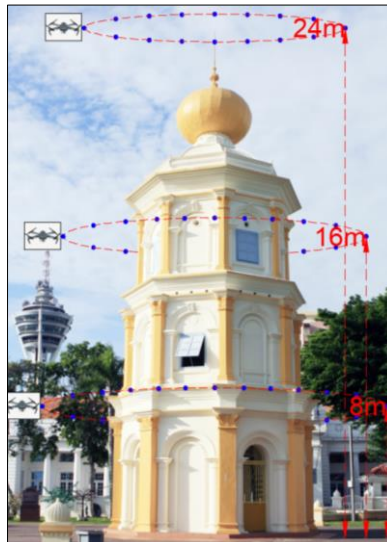


Rajah 2. Carta alir metodologi kajian.

Pengutipan Data Foto Udara Di Sekitar Bangunan Balai Nobat Alor Setar

Dalam kajian ini pengutipan data foto udara di sekitar bangunan Balai Nobat Alor Setar telah dilakukan dengan menggunakan UAV jenis DJI Mavic Pro. Kaedah penerbangan UAV yang digunakan untuk pengutipan data foto udara adalah secara circular atau bulatan mengelilingi objek bangunan. Pada peringkat awalnya perancangan penerbangan UAV yang akan dilakukan adalah secara autopilot menggunakan aplikasi Pix4Dcapture tetapi terpaksa dibatalkan kerana keadaan persekitaran yang terdapat banyak halangan di sekitar bangunan yang boleh mengundang kepada kemalangan UAV. Oleh itu, penerbangan UAV secara bulatan mengelilingi bangunan terpaksa dilakukan secara manual menggunakan kemudahan Point of Interest (POI) yang terdapat pada aplikasi DJI Go 4. Setiap gambar yang diambil mestilah merangkumi imej keseluruhan objek bagi satu putaran lengkap bangunan.

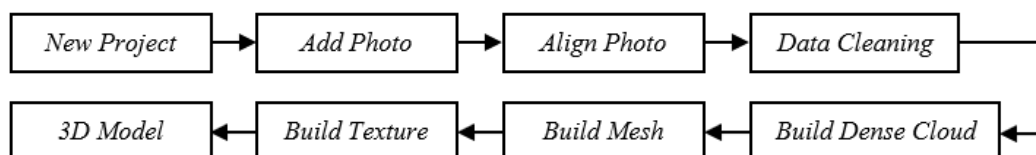
Terdapat tiga tahap ketinggian yang berbeza untuk penerbangan UAV secara circular dilakukan iaitu 8m, 16m dan 24m (lihat Rajah 3). Tujuan penerbangan UAV pada tiga tahap ketinggian yang berbeza ini adalah untuk membolehkan pengambilan foto udara bagi setiap posisi bangunan termasuk bahagian atas, sisi dan bawah objek dapat diambil.



Rajah 3. Tiga tahap ketinggian yang berbeza untuk penerbangan UAV secara circular iaitu 8m, 16m dan 24m.

Pemprosesan Data Foto Udara Bagi Menghasilkan Model 3D

Dalam kajian ini perisian Agisoft Photoscan digunakan untuk memproses foto udara yang diambil dari UAV jenis DJI Mavic Pro bagi penghasilan model 3D bangunan Balai Nobat Alor Setar. Rajah 4 dibawah menunjukkan peringkat-peringkat pemprosesan menggunakan perisian Agisoft Photoscan bermula dari peringkat awal penghasilan 'New Project' sehinggalah selesai kepada penghasilan model 3D bangunan Balai Nobat Alor Setar.



Rajah 4. Peringkat-peringkat pemprosesan menggunakan perisian Agisoft Photoscan untuk penghasilan model 3D.

HASIL KAJIAN DAN ANALISIS

Hasil akhir yang diperolehi dalam kajian ini adalah model 3D bangunan Balai Nobat Alor Setar yang diproses menggunakan perisian Agisoft Photoscan. Seterusnya analisis ketepatan berdasarkan pengiraan Root Mean Square Error (RMSE) dilakukan terhadap model 3D yang dihasilkan. Semakin kecil nilai RMSE maka ketepatannya semakin baik. Persamaan bagi RMSE ditunjukkan pada persamaan dibawah [10].

$$RMSE = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (X_i - X_o)^2}{n}}$$

Dimana;

X_i = Nilai cerapan

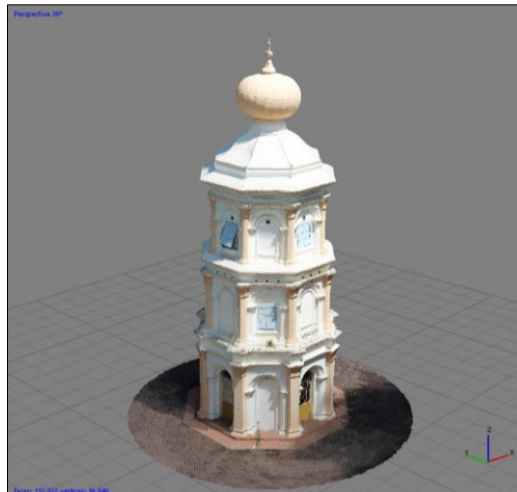
X_o = Nilai dari sumber yang tepat

n = Bilangan cerapan

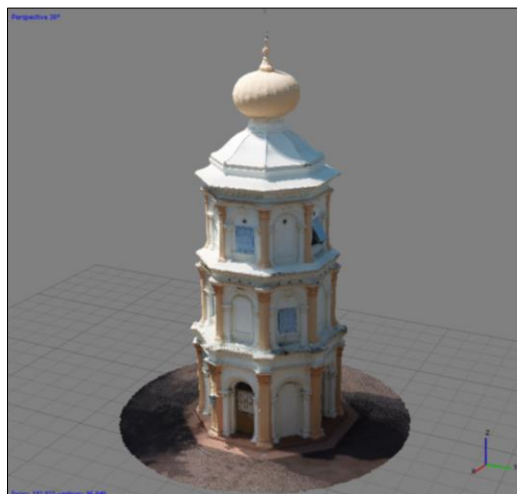
RMSE bermaksud punca kuasa dua bagi purata set kuasa dua perbezaan antara nilai cerapan dan nilai dari sumber yang tepat [11].

Penghasilan model 3D bangunan Balai Nobat Alor Setar

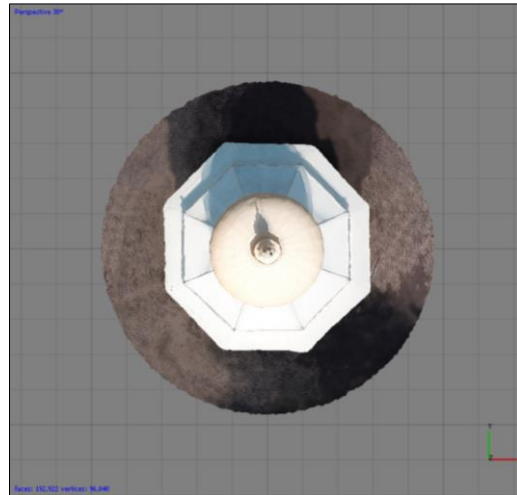
Data foto udara yang diperolehi dari UAV diproses menggunakan perisian Agisoft Photoscan bagi menghasilkan model 3D bangunan Balai Nobat Alor Setar. Rajah 5 hingga Rajah 7 menunjukkan beberapa hasil akhir yang diperolehi dalam kajian ini bagi penghasilan model 3D bangunan Balai Nobat Alor Setar.



Rajah 5. Model 3D Balai Nobat Alor Setar dalam mod ‘Textured’ dari pandangan hadapan.



Rajah 6. Model 3D Balai Nobat Alor Setar dalam mod ‘Textured’ dari pandangan belakang.



Rajah 7. Model 3D Balai Nobat Alor Setar dalam mod 'Textured' dari pandangan atas.

Analisis ketepatan model 3D bangunan Balai Nobat Alor Setar

Dalam kajian ini, kaedah yang digunakan bagi menilai ketepatan foto udara UAV dalam menghasilkan model 3D adalah berdasarkan pengiraan RMSE. Semakin kecil nilai RMSE, ketepatannya lebih tinggi. Dalam kajian ini, dimensi jarak objek sebenar di lapangan yang dicerap menggunakan pita ukur dibandingkan dengan dimensi jarak model 3D yang diperolehi dari perisian Agisoft Photoscan. Perbezaan antara kedua-dua jarak dimensi objek ini digunakan dalam pengiraan nilai akhir RMSE. Rajah 8 menunjukkan dimensi jarak objek sebenar yang diambil di lapangan manakala Rajah 9 menunjukkan contoh dimensi jarak model 3D yang diperolehi dari perisian Agisoft.



Rajah 8. Dimensi jarak objek sebenar di lapangan bagi sisi hadapan dan belakang.



Rajah 9. Contoh penentuan dimensi jarak model 3D yang diperolehi dari perisian Agisoft Photoscan.

Jadual 1 Perbandingan nilai dimensi jarak objek sebenar dibandingkan dengan dimensi jarak model 3D dari perisian Agisoft Photoscan

Dimensi	Jarak Objek Sebenar menggunakan Pita Ukur (m)	Jarak Model 3D dari Perisian Agisoft (m)	Perbezaan (m)	(Q - R) ²
	(Q)	(R)	(Q - R)	
A	3.793	3.754	0.039	0.00152
B	3.782	3.760	0.022	0.00048
C	3.784	3.753	0.031	0.00096
D	3.812	3.801	0.011	0.00012
E	3.795	3.762	0.033	0.00109
F	3.790	3.771	0.019	0.00036
G	3.823	3.815	0.008	0.00006
H	3.808	3.784	0.024	0.00058
I	3.190	3.154	0.036	0.00130
J	3.198	3.171	0.027	0.00073
K	3.215	3.193	0.022	0.00048
L	3.203	3.159	0.044	0.00194
M	3.195	3.177	0.018	0.00032
N	3.186	3.155	0.031	0.00096
O	3.207	3.199	0.008	0.00006
P	3.224	3.212	0.012	0.00014
Total :				0.01112
RMSE :				+0.026

Jadual 1 menunjukkan perbandingan antara nilai dimensi jarak objek sebenar di lapangan dengan nilai dimensi jarak model 3D yang diperolehi dari perisian Agisoft Photoscan. Julat perbezaan antara nilai dimensi jarak objek sebenar dengan dimensi jarak model 3D dari perisian Agisoft adalah diantara 0.008m hingga 0.044m. Perbezaan nilai perbandingan yang besar ini berlaku disebabkan oleh penghasilan create point yang dilakukan pada perisian Agisoft untuk mendapatkan dimensi jarak model 3D adalah kurang tepat. Bagi mengatasi perbezaan nilai perbandingan yang besar ini fungsi zoom in yang ada pada perisian Agisoft perlu digunakan supaya penghasilan create point betul-betul berada pada titik yang sepatutnya.

Jadual 1 juga menunjukkan hasil analisis pengiraan RMSE berdasarkan perbandingan antara nilai dimensi jarak objek sebenar dengan dimensi jarak model 3D dari perisian Agisoft adalah ±0.026m. Nilai RMSE yang diperolehi ini adalah kecil dan ini menunjukkan hasil yang dianalisis tersebut adalah tepat kerana semakin kecil nilai RMSE, ketepatannya adalah lebih tinggi. Hasil analisis ini juga menunjukkan bahawa ketepatan model 3D yang dihasilkan dari foto udara UAV adalah baik dan boleh digunakan untuk menghasilkan model 3D yang dapat memberikan ketepatan sehingga ke tahap sentimeter.

KESIMPULAN

Berdasarkan kepada hasil akhir dan analisis yang telah dijalankan, dapat disimpulkan bahawa matlamat utama dan objektif kajian berjaya dicapai. Didapati penggunaan UAV jenis DJI Mavic Pro sebagai medium pengutipan data foto udara di sekitar bangunan Balai Nobat Alor Setar serta pemprosesan menggunakan perisian Agisoft Photoscan dalam menghasilkan model 3D adalah sangat sesuai kerana ianya mudah, efisien dan cepat serta mampu menghasilkan kualiti visual model 3D yang baik. Hasil analisis juga menunjukkan bahawa ketepatan model 3D yang dihasilkan dari foto udara UAV adalah baik berdasarkan pengiraan RMSE bagi perbandingan antara nilai dimensi jarak objek sebenar dengan dimensi jarak model 3D dari perisian Agisoft

adalah ± 0.026 m. Secara kesimpulannya, kajian ini telah membuktikan bahawa model 3D bangunan bersejarah Balai Nobat Alor Setar boleh dihasilkan menggunakan teknologi UAV jenis DJI Mavic Pro dan ketepatan model 3D yang dihasilkan adalah baik dan boleh mencapai ketepatan sehingga ke tahap sentimeter.

RUJUKAN

- A.N.M. Yusuf, Perbandingan Model Bangunan 3D Menggunakan Perisian Pesawat Udara Tanpa Pemandu Yang Berbeza, Tesis Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan (Geomatik), UTM, (2018).
- F. Xie., Z. Lin., D. Gui., H. Lin., Study on construction of 3D building based on UAV images, ISPRS, Volume XXXIX-B1, pp. 469-473, (2012).
- N.A.M. Nasir., Pemetaan Hakisan Sungai Kilim Langkawi Menggunakan Pesawat Udara Tanpa Pemandu, Tesis Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan (Geomatik), UTM, (2018).
- L. Barazzetti, F. Remondino, M. Scaioni, R. Brumana, Fully automatic UAV image - based sensor orientation, Canadian Geomatics Conference and Symposium of Commission I, (2010).
- I.S. Lee, J.O. Lee, S.J. Kim, S.H. Hong, Orthophoto accuracy assessment of ultra-light fixed wing UAV photogrammetry techniques, Journal of the Korean Society of Civil Engineers, 33(6), 2593-2600, (2013).
- E. Bone, C. Bolkcom, Unmanned aerial vehicles: Background and issues for congress, DTIC Document, (2003).
- H. Eisenbeiss, A mini unmanned aerial vehicle (UAV): system overview and image acquisition, ISPRS, 36(5/W1), (2004).
- S. Sun, C. Salvaggio. Aerial 3D Building Detection and Modeling from Airborne LiDAR Point Clouds. IEEE Journal, Vol. 6, No. 3, (2013).
- DJI, Mavic Pro User Manual V2.0, from <https://www.dji.com/mavic/info>, (2017).
- K.N. Tahar, A. Ahmad, A simulation study on the capabilities of rotor wing unmanned aerial vehicle in aerial terrain mapping, International Journal of Physical Sciences, 7(8), 1300-1306, (2011).
- R.P. Sheriand, Three useful dimensions for domain applicability in QSAR models using random forest, Journal of chemical information and modelling, 52(3), 814-823, (2012)