

Petunjuk Teknis Penggunaan UAV untuk Deteksi Digital elevation Model dan Koreksi menggunakan Teodolit



IPB University
— Bogor Indonesia —

Dr. Wahyu Iskandar, S.Hut., M.Agr

**Divisi Penginderaan Jauh dan Informasi Spasial
Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan
Fakultas Pertanian
Institut Pertanian Bogor
Juni, 2025**

DEM

Oleh
Wahyu Iskandar

Pendahuluan

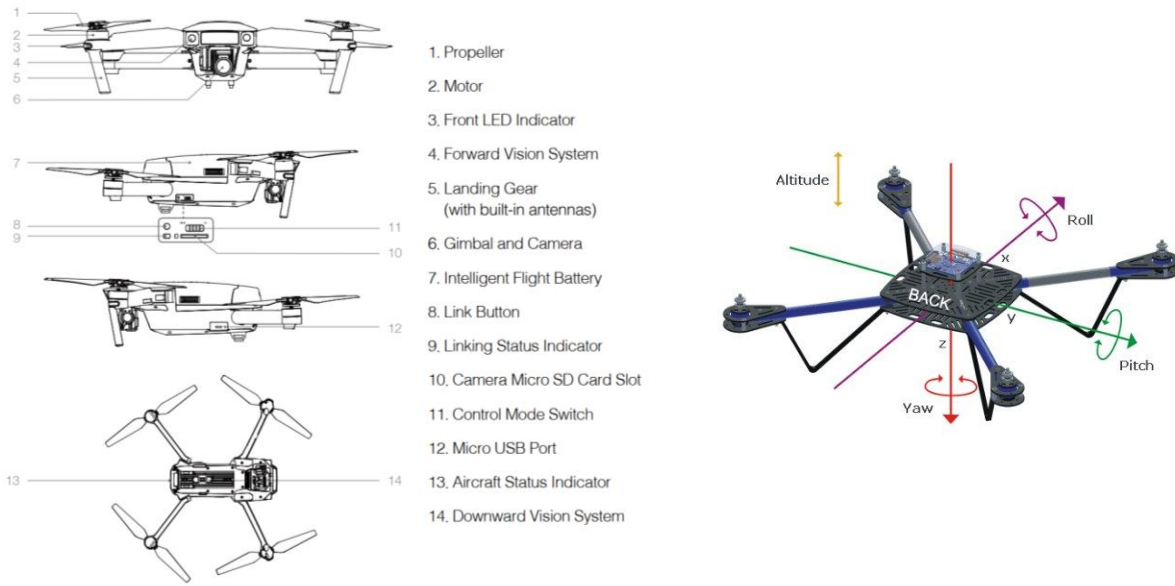
Informasi geospasial beresolusi tinggi semakin dibutuhkan saat ini untuk menjawab kebutuhan data wilayah pertanian luasan kecil yang lebih presisi. Resolusi tinggi pemantauan kebun dapat membantu mengamati tanaman dengan mudah seperti performa tanaman dan keberadaan organisme pengganggu tanaman. Meski beresolusi tinggi, menyiapkan data set citra masih menjadi tantangan. Tidak seperti citra satelit dengan akuisisi dan jalur (orbit) yang dapat diandalkan, untuk memperoleh data set citra dari wahana tanpa-awak (unmanned Aerial Vehicle-UAV/Drone) memerlukan persiapan dan keahlian khusus agar dapat diolah dan menghasilkan tampilan gambar yang utuh seperti ortomosaik dan *digital elevation model* (DEM).

DEM hasil pengolahan citra udara sering kali menampilkan akurasi geometrik yang rendah, terlebih data elevasi yang terletak pada pinggiran hasil analisis foto. Padahal, perbedaan elevasi penting di beberapa lahan pertanian lahan basah seperti sawah atau lahan gambut. Selain itu, di lahan pertanian bervegetasi, data digital terrain model (DTM) harus dibangun dari data digital surface model (DSM) setelah dikoreksi tinggi tutupan vegetasi. Untuk memvalidasi DTM, pengukuran titik-titik kunci perlu dilakukan. Pengukuran dapat dilakukan dengan menggunakan GPS (*Real Time Kinematic*-RTK) atau alat survei lapang seperti: *theodolite* atau *water pass*. Pada bagian ini, ulasan ditujukan untuk menggali potensi penggunaan UAV untuk pemetaan kebun berarea kecil dan koreksi elevasi menggunakan *theodolite*.

Pengenalan dan penggunaan UAV untuk pemetaan lahan pertanian

Pengenalan UAV

Drone telah banyak digunakan dengan penerapan teknologi yang semakin canggih dan cepat berganti. Pada bagian ini, Mavic Pro (DJI Shenzhen CHINA) akan diulas secara umum untuk pemetaan. Penggunaan drone merk lain mungkin saja berbeda dan dapat dipelajari sesuai dengan kapasitasnya. Sebelum menggunakan, operator drone (selanjutnya disebut “pilot”) perlu mengenal bagian, fungsi, dan cara kerja drone sehingga akan mampu mengendalikan drone saat digunakan untuk pemetaan lahan pertanian. Secara lengkap bagian drone dan fungsinya dapat dicermati pada panduan Mavic Pro User Guide yang dapat diunduh pada laman: <https://dl.djicdn.com/downloads/mavic/Mavic%20Pro%20User%20Manual%20V2.0-.pdf>. Gambar 1 menyajikan bagian-bagian penting pada Mavic Pro.



Gambar 1 Bagian Mavic Pro (kiri) dan prinsip pergerakan drone multicopter (kanan) (Etigowni et al., 2018)

Setelah mengenali bagian penting drone, pilot selanjutnya perlu memahami prosedur sebelum terbang (*Preflight Setting*). Singkatnya pilot pertama-tama perlu membuka pelindung gimbal kamera. Membuka pelindung kamera hanya dilakukan saat sebelum menerbangkan. Selama disimpan atau tidak terbang, sebaiknya pelindung tetap terpasang. Selanjutnya membuka tungkai drone (*arm*) untuk dapat memasang baling-baling. Baling-baling adalah bagian pengkonversi energi mekanik menjadi gaya angkat drone. Perlu diperhatikan bahwa pemasangan baling-baling berbeda tiap motor. Sebagian dipasang searah jarum jam dan sebagian lainnya berlawanan arah jarum jam. Pemasangan baterai dapat dilakukan setelah memasang baling-baling. Setelah penyetelan pada drone dilakukan maka selanjutnya adalah penyetelan pada remote control (RC). Antena RC perlu dibuka untuk memastikan penerimaan sinyal yang optimal. Mavic Pro memiliki display yang sangat sederhana. Untuk dapat memfungsikannya memetakan lahan, kita perlu tambahan display berupa gawai pintar yang terhubung dengan RC. Sebelum menghubungkan, pilot perlu memastikan perangkat lunak DJI dan kabel konektor tiap gawai yang kompatibel dengan RC. Setelah semua bagian terpasang, nyalakanlah RC dan drone secara simultan.

Pemetaan menggunakan drone.

Panduan penggunaan UAV untuk memetakan lahan pertanian telah banyak diulas (Iskandar 2022, Okamoto et al 2017, Kameoka et al 2020). Berikut alur singkat proses pemetaan lahan menggunakan drone.

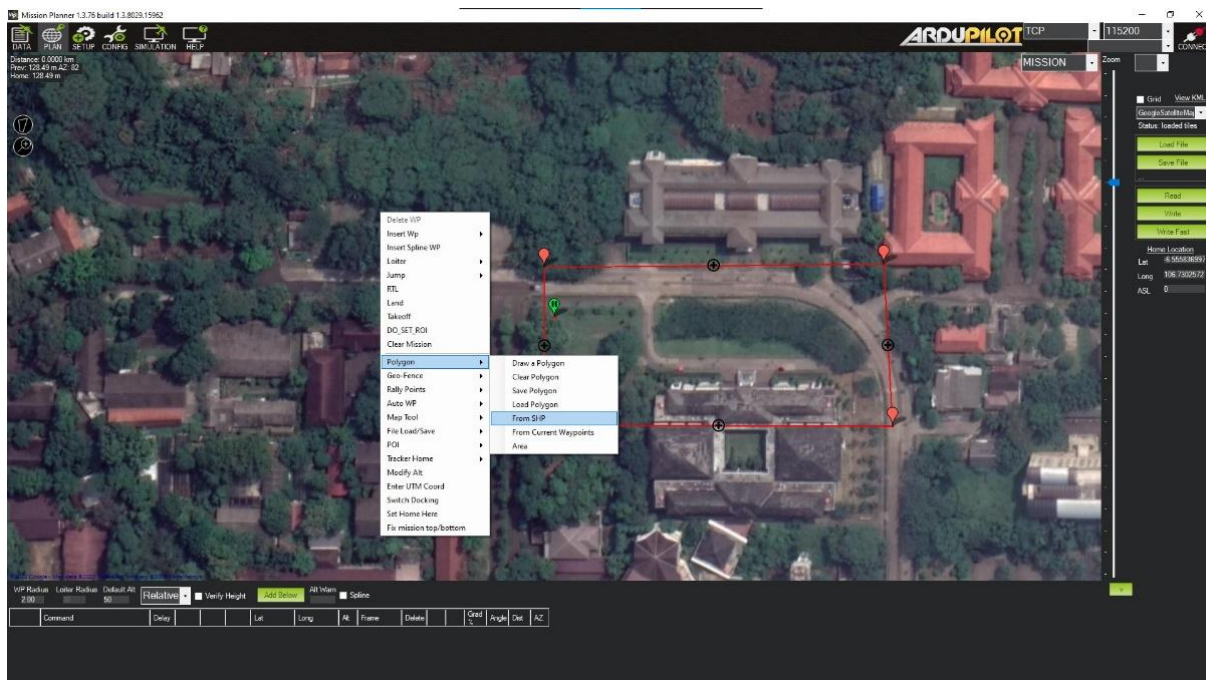
Perencanaan terbang dimulai dengan mengidentifikasi area yang akan dipetakan. Pada ulasan ini perencanaan area terbang menggunakan perangkat lunak Mission Planner (MP) versi 2.0 (ArduPilot Dev Team, Rusia) <https://firmware.ardupilot.org/Tools/MissionPlanner/>. Tampilan muka MP disajikan pada Gambar 1. Kemudian dipilih jenis wahana yang digunakan. Pada ulasan ini wahana yang digunakan adalah multicopter Mavic Pro. Untuk wahana lain dapat menyesuaikan dengan spesifikasi masing-masing.

Beberapa hal perlu diperhatikan sebelum membuat area (poligon) yang akan dipetakan. Panduan secara figuratif secara lengkap mengacu pada Iskandar (2022).

Identifikasi konfigurasi area terbang.

Pertama, mengidentifikasi konfigurasi lahan. Keamanan dan keselamatan penerbangan drone menjadi prioritas. Area terbang dipastikan tidak mengganggu seperti: aktifitas penerbangan, jaringan listrik, dan pemukiman. Dalam kasus area penerbangan berada pada lokasi berbukit atau bergelombang, area penerbangan berada pada elevasi yang sama (isoline). Setelah penentuan lokasi dilakukan langkah selanjutnya adalah membuat poligon area terbang dengan memilih ikon poligon pada kiri atas gambar > *draw polygon* (Gambar 2). Pemanggilan poligon juga dapat dilakukan pada menu ini.

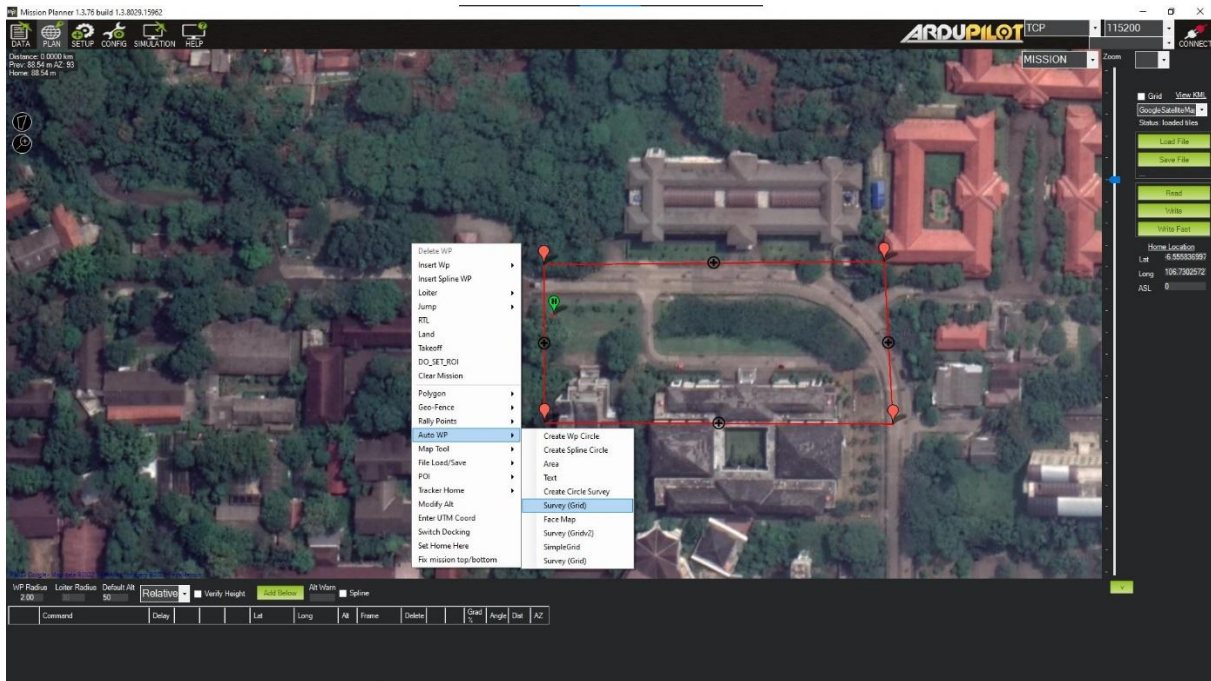
Dengan mengeklik titik-titik yang menjadi batas area terbang, poligon pada akhirnya dapat dibuat. Apabila terdapat kesalahan pada penentuan titik, titik pada poligon dapat dipindahkan dengan menekan dan menahan tombol kiri pada tetikus dan menggeser ke titik yang sesuai. Untuk menambahkan titik, pengguna dapat mengeklik tanda “+” pada garis di antara tiap titik.



Gambar 2 Proses membuat area of interest (area terbang)

Merancang jalur terbang (survey grid)

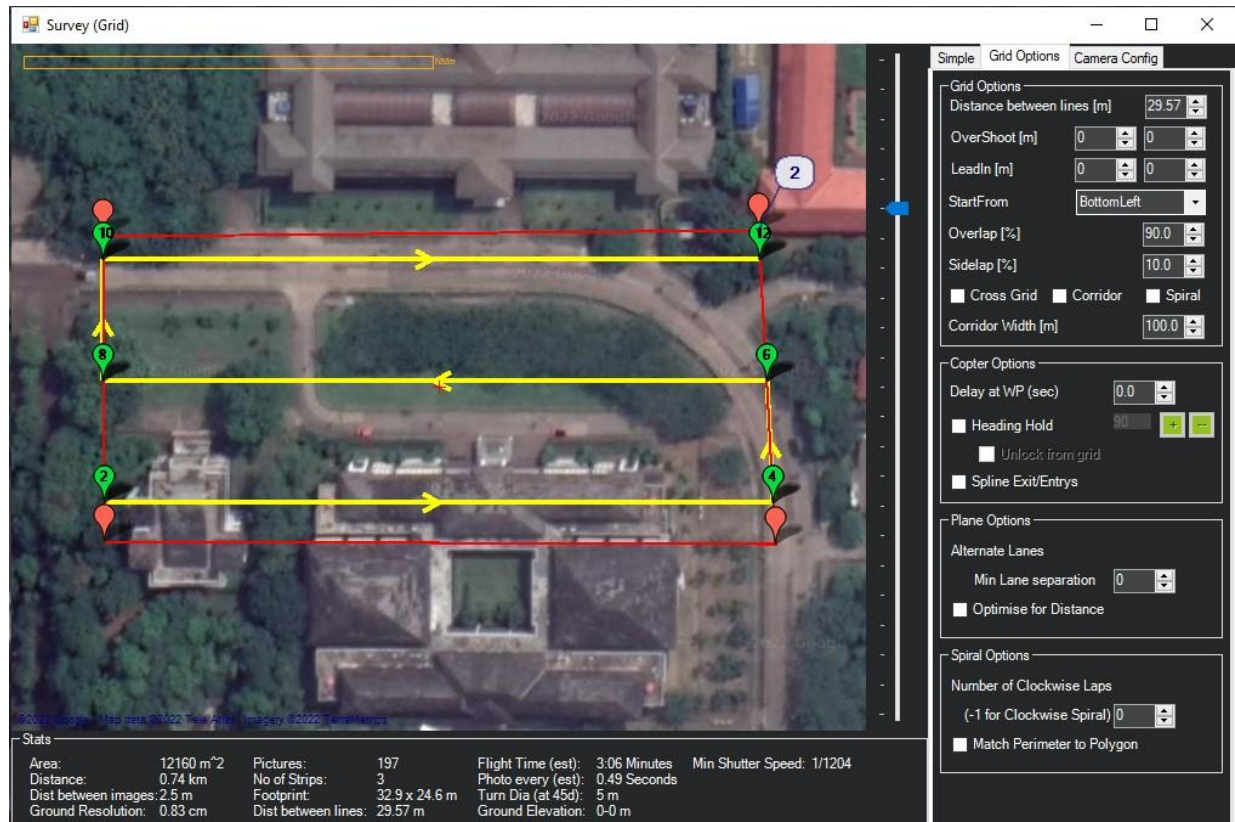
Perancangan jalur terbang dilakukan dengan memilih menu *Auto Way Points (WP) > Survey (Grid)* (Gambar 3). Pada pilihan ini akan dibuat jalur terbang dengan penyetelan yang umum. Apabila pengguna baru menggunakan MP maka perlu penyetelan awal. Penyetelan dilakukan dengan memilih spesifikasi kamera. Untuk menentukan kualitas gambar, spesifikasi kamera perlu dipilih dengan tepat. Apabila spesifikasi kamera tidak terdapat pada pilihan, maka penyetelan dapat dilakukan dengan mengunggah contoh foto ke dalam MP sehingga spesifikasi kamera akan muncul. Setelah muncul pengguna dapat menamai kamera secara mandiri.



Gambar 3 Proses membuat jalur terbang (Survey Grid)

Menyetel kumpulan foto yang diinginkan

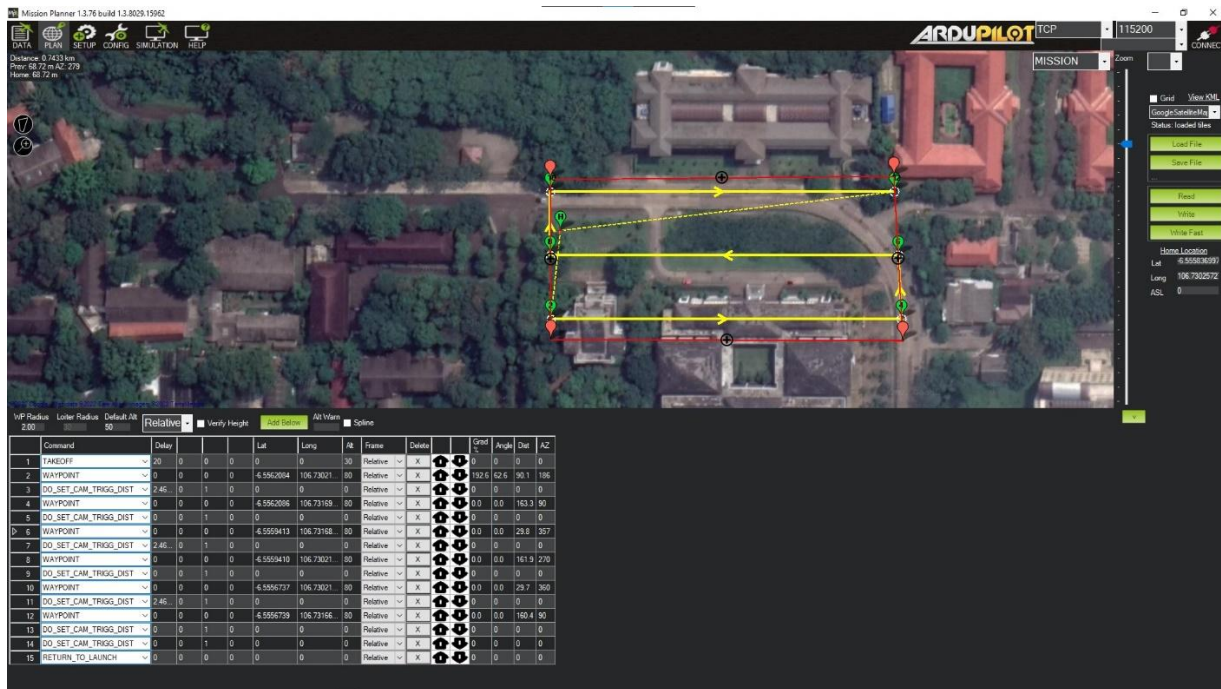
Penyetelan kumpulan foto yang diinginkan bergantung pada tujuan kualitas tampilan gambar pada hasil akhir. Umumnya penyetelan dimulai dengan menentukan ketinggian terbang (*altitude*) dan persentase tumpang tindih tiap urutan foto udara. Pada ulasan ini, penyetelan altitude pada 80 m di atas titik terbang (*home*) mengikuti Okamoto et al. (2017). Sementara itu, tumpang tindih dibuat 90% dalam jalur terbang (*overlap*) dan 10% antar jalur terbang (*sidelap*) mengikuti Kameoka et al. (2020). Untuk akurasi lebih tinggi *sidelap* dapat dibuat lebih tinggi. Dengan menyetel altitude dan tumpang tindih selanjutnya secara otomatis akan merancang jalur terbang dengan jarak antar jalur. (Gambar 4)



Gambar 4 Proses menyetel konfigurasi kamera pada drone

Mengkomputasi koordinat dan ketinggian terbang

Setelah penyetelan selesai, langkah selanjutnya adalah merancang titik-titik terbang dan ketinggian terbang. Langkah ini dapat dilakukan dengan menekan tanda “Accept” sehingga informasi titik koordinat dan ketinggian jelajah drone akan muncul. Langkah selanjutnya adalah menyalin dan mengkonversi data tersebut (Gambar 5).



Gambar 5 Proses menampilkan mengkomputasi titik terbang

Menyimpan data titik dan ketinggian terbang dalam format CSV

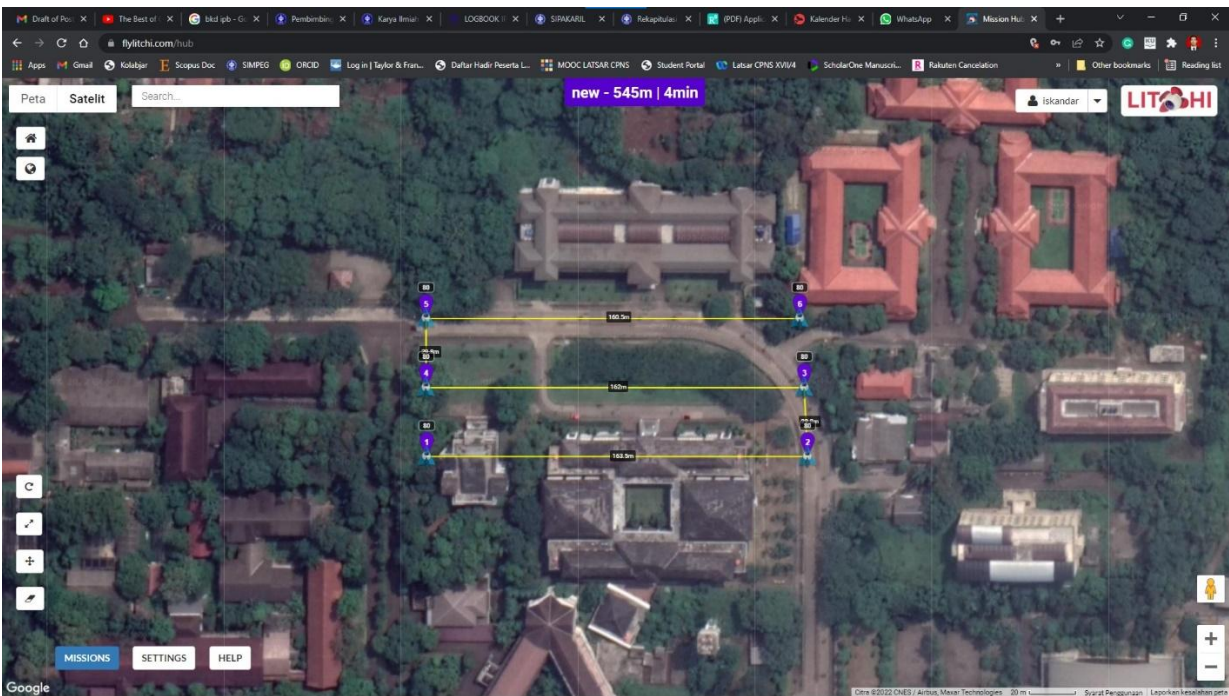
Data koordinat dan titik terbang dari MP disalin ke dalam MS Excel. Informasi yang ditampilkan hanya koordinat dan altitude. Tampilan informasi dapat dilihat pada Gambar 6.

	A	B	C	D
1	latitude	longitude	altitude	
2	-6.55621	106.7302	80	
3	-6.55621	106.7317	80	
4	-6.55594	106.7317	80	
5	-6.55594	106.7302	80	
6	-6.55567	106.7302	80	
7	-6.55567	106.7317	80	
8				

Gambar 6 Proses menampilkan pada MS. Excell dan menyimpan dengan format CSV

Memanggil dan menampilkan misi terbang berformat CSV

Setelah menyimpan dengan format CSV, misi terbang kemudian dipanggil pada aplikasi Litchi (<https://flylitchi.com/hub>). Dengan mendaftarkan akun, pengguna dapat memanggil data dengan langkah: *Mission > Import > Chose File*. Panggilah data CSV misi terbang pada folder penyimpanan. Setelah menunggu beberapa saat maka tampilan misi terbang akan muncul seperti pada Gambar 7. Selanjutnya dengan menyimpan misi tersebut, pengguna dapat menggunakan smartphone untuk menjalankannya menggunakan drone yang sesuai dengan perencanaan (Gambar 7).



Gambar 7 Tampilan misi terbang dengan menggunakan aplikasi Litchi

Koreksi elevasi menggunakan theodolit

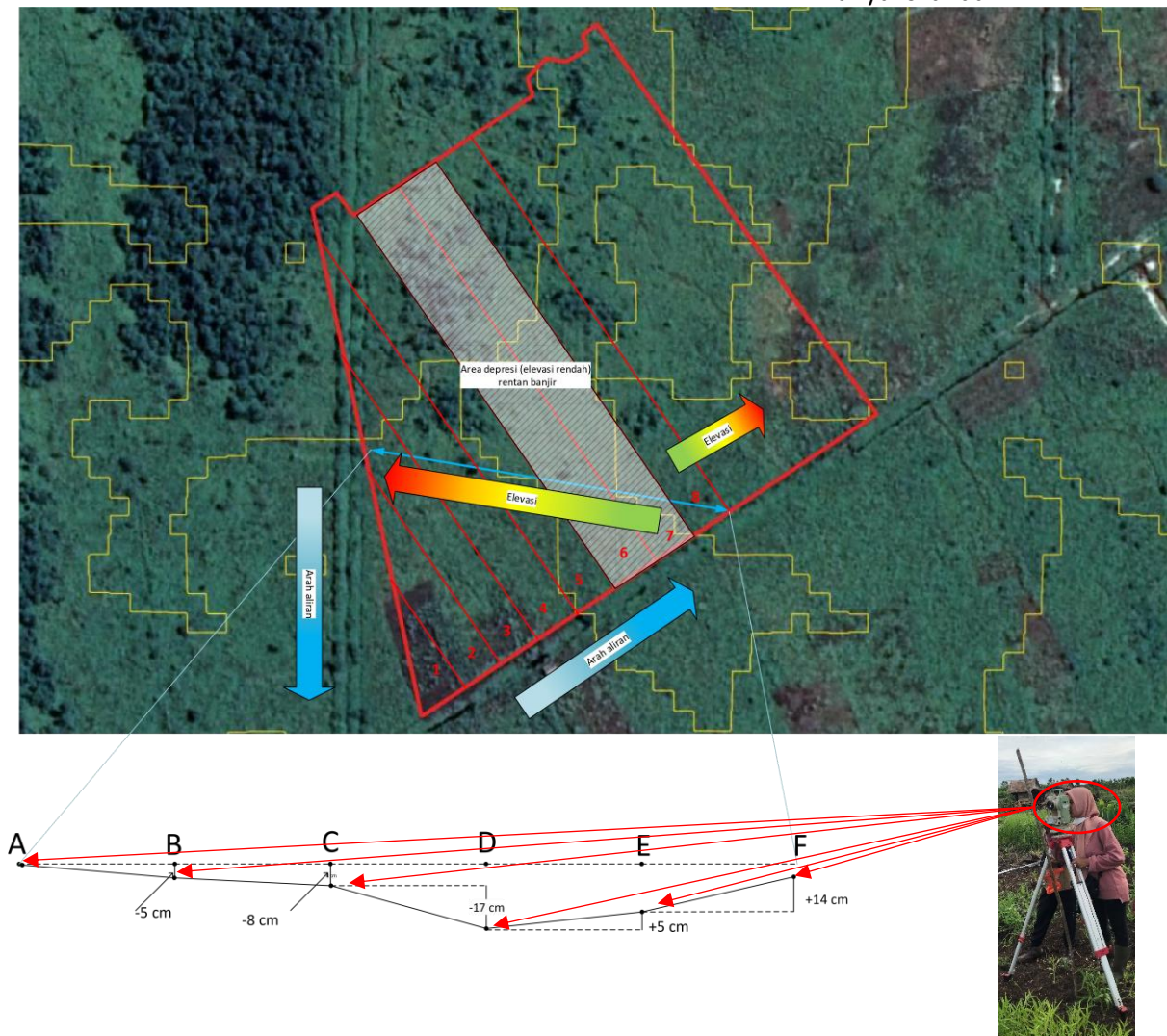
Pengukuran elevasi lapang untuk memvalidasi data elevasi drone dilakukan dengan pendekatan prinsip *waterpass* pada *theodolite* (Gambar 8). Sebelumnya, koordinat dan elevasi stasiun pengamat telah melalui koreksi referensi titik tinggi terdekat atau menggunakan GPS RTK. Prosedur penggunaan theodolite pada baian ini diuraikan sebagai berikut:

Pada titik pengamatan, *theodolite* dipasang dengan teropong pemantau disetel secara horizontal. Selanjutnya pembacaan tinggi pada titik yang dipantau dicatat.

1. Pada titik pengamatan, theodolite dipasang dengan teropong pemantau disetel secara horizontal.
2. Selanjutnya pembacaan tinggi dan sudut azimuth titik yang dipantau dicatat.
3. Elevasi titik pantau ditentukan dari elevasi stasiun dan beda tinggi keduanya.
4. Catat jarak, sudut azimuth yang dibentuk tiap titik pantau dengan stasiun.
5. Sudut yang diperoleh digunakan untuk memperkirakan lokasi titik (koordinat metrik)
6. Sese kali stasiun pemantau harus dipindahkan karena jarak pandang titik yang dipantau tidak bisa dilihat karena tertutup vegetasi. Jika ini dilakukan, maka titik referensi perlu diikat dengan titik stasiun sebelumnya.
7. Gambarkan sebaran titik berikut perbedaan elevasinya seperti contoh pada Gambar 9.



Gambar 8. Penempatan Theodolite di lapangan. Foto: Wahyu Iskandar



Gambar 9. Ilustrasi pengukuran elevasi menggunakan Theodolite di lapangan

Pustaka

- Etigowni, S., Hossain-McKenzie, S., Kazerooni, M., Davis, K., & Zonouz, S. (2018). Crystal (ball): I look at physics and predict control flow! Just-ahead-of-time controller recovery. *ACM International Conference Proceeding Series, December*, 553–565. <https://doi.org/10.1145/3274694.3274724>
- Iskandar, Wahyu. 2002. Petunjuk Teknis Penggunaan UAV untuk Praktik Pertanian. Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan. IPB
- KAMEOKA, T., KOZAN, O., HADI, S., ASNAWI, & HASRULLAH. (2020). Mapping Peatland Fires Using a Drone Equipped with a Thermal Camera. *Journal of the Japan Society of Photogrammetry and Remote Sensing*, 59(5), 214–220. <https://doi.org/10.4287/jsprs.59.214>
- Okamoto, Y., McCarthy, C., Mahinda, A., Iskandar, W., Mishra, A. K., & Funakawa, S. (2017). *International Symposium on Global Environmental Studies Education and Research in Asia Applicability of the Multicopter (Unmanned Aerial Vehicle) and Aerial Photograph in the Experimental Station , Kyoto Japan. January*, 10–11. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34048.02564>