

## Bab 4 Hasil Dan Pembahasan

### 4.1 Skenario

Dalam penelitian ini dilakukan tiga macam skenario dalam penggunaan UAV, skenario tersebut terdiri dari skenario mode penerbangan dan 2 macam skenario simulasi tindak kejahatan dalam penggunaan UAV. Untuk lebih jelasnya skenario akan dijelaskan sebagai berikut:

#### 4.1.1 Skenario Mode Penerbangan

Untuk mendapatkan karakter penyimpanan data-data lokasi pada log didalam *storage* UAV dari penggunaan drone maka dilakukan lah beberapa skenario penerbangan menggunakan 3 mode terbang yang tersedia pada DJI Phantom 3 Advanced. Penerbangan pertama yang dilakukan adalah dengan menggunakan P-mode (*Positioning*), dimana dalam mode ini menggunakan GPS dan *Visioning Position System* bekerja secara bersama-sama. Didalam mode ini terdapat tiga keadaan yang secara otomatis dipilih oleh DJI Phantom 3 Advanced berdasarkan kekuatan sinyal dari GPS dan *Vision Positioning Sensor*. Adapun tiga keadaan berikut berupa:

- P-GPS: GPS dan *Vision Positioning sensors* tersedia, dalam mode ini UAV menggunakan GPS untuk posisinya.
- P-OPTI: *Vision Positioning* tersedia tetapi kekuatan sinyal GPS tidak memadai, dalam mode ini UAV hanya menggunakan *Vision Positioning System* untuk posisinya.
- P-ATTI: sinyal GPS dan *Vision Positioning* tidak tersedia, dalam mode ini UAV hanya menggunakan barometer untuk posisinya, jadi hanya ketinggian yang bisa distabilkan.

Dengan menggunakan A-Mode (*Attitude*) GPS dan *Vision Positioning System* tidak digunakan untuk stabilisasi. Awak pesawat hanya menggunakan barometer nya untuk stabilisasi. Awak pesawat masih bisa otomatis kembali ke *home point* jika kontrol sinyal hilang dan home point telah sukses tersimpan. Dan terakhir dengan menggunakan F-mode (*Function*) dimana *Intelligent Orientation Control* (IOC) diaktifkan dalam mode ini.

Skenario ini menunjukkan adanya hubungan antar mode penerbangan dengan proses perhitungan lokasi GPS yang digunakan UAV ketika terbang. Dimana penggunaan sinyal GPS dalam awak pesawat diaktifkan serta tidak di aktifkan.

Hasil penggunaan mode terbang tersebut dapat diketahui didalam metadata didalam file kontroler yang digunakan saat penerbangan UAV. Dan diharapkan pengujian tersebut dapat memberikan informasi tambahan didalam melakukan forensik pada UAV.

#### 4.1.2 Skenario Kejahatan 1

Alur proses skenario kejahatan 1 dalam penggunaan UAV dijelaskan seperti pada Gambar 4.1. Dimana UAV melakukan penerbangan disekitar area lokasi awal dan melakukan pengambilan gambar maupun video, tetapi kemudian UAV ditinggalkan oleh pengguna tanpa sempat mengambil kembali UAV yang telah diterbangkan.

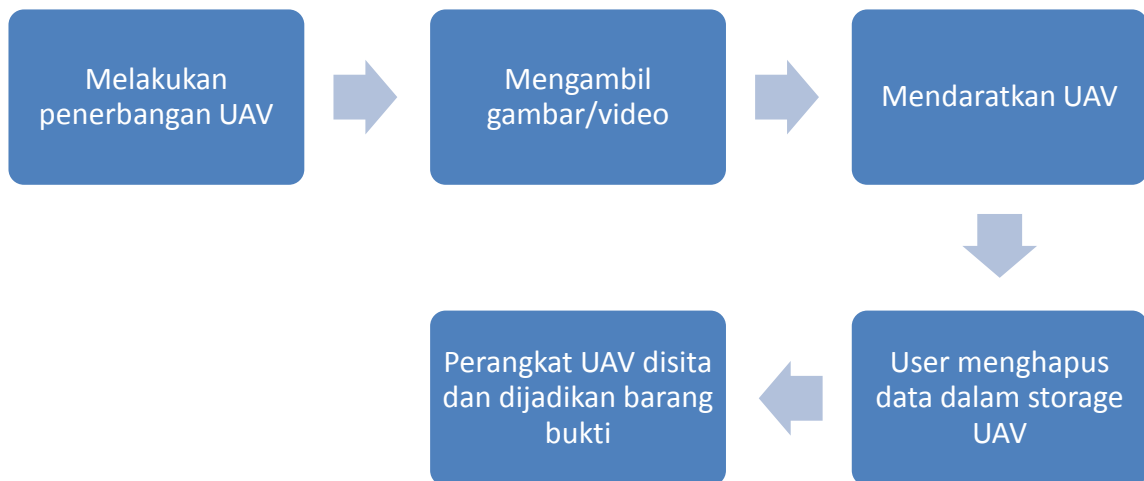


**Gambar 4.1** Alur Proses Skenario Kejahatan 1

Dari skenario ini dilakukan investigasi pada storage yang terdapat pada awak pesawat UAV, yang berupa kartu memori kamera dan *storage* awak pesawat apabila memungkinkan untuk diambil datanya. Dari data-data yang terdapat didalam storage tersebut akan dicari data-data apa saja yang berpotensi untuk dijadikan barang bukti digital guna memberatkan pengguna UAV atas tuduhan korban.

#### 4.1.3 Skenario Kejahatan 2

Alur proses kejahatan 2 dalam penggunaan UAV akan dijelaskan pada Gambar 4.2, yang dimana mirip dengan proses pada skenario kejahatan 1 yaitu dengan menerbangkan UAV disekitar area lokasi awal. Dalam skenario ini pengguna UAV sempat mengambil kembali UAV yang diterbangkan dan kemudian menghapus beberapa file penting seperti log penerbangan dan gambar/video yang terdapat didalam perangkat UAV maupun kontroler.



**Gambar 4.2** Alur Proses Skenario Kejahatan 2

Setelah pelaku selesai melakukan penerbangan dan mengambil gambar dengan menggunakan UAV pada lokasi kejadian, pelaku berusaha menghilangkan barang bukti dengan melakukan modifikasi (menghapus) data-data penting yang terdapat didalam *storage* perangkat UAV. Adapun beberapa tindakan yang dilakukan oleh pelaku akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Pengguna UAV menghapus semua data-data didalam kartu memori kamera UAV, ini dilakukan untuk menghilangkan barang bukti berupa gambar maupun video selama melakukan penerbangan.
2. Pengguna berusaha menghapus log penerbangan yang terdapat didalam storage UAV dengan melakukan sinkronasi awak pesawat dengan kontroler UAV.

Dengan menghapus data-data didalam kartu memori kamera UAV, pelaku berharap data berupa file gambar/video yang sudah disimpan pada media *storage* lainnya tidak dapat ditemukan apabila UAV dilakukan investigasi.

Hal menarik yang ditemukan pada usaha menghilangkan barang bukti dengan melakukan proses kedua ini. Pada proses ini ditemukan bahwa data-data atau file yang terdapat didalam *storage* UAV **tidak dapat dimodifikasi (dihapus) oleh pengguna**. Pengguna hanya bisa membaca data-data dari *storage* UAV tersebut, diketahui bahwa yang bisa menulis (*write*) data kedalam *storage* tersebut hanya bisa dilakukan oleh sistem UAV itu sendiri. Kegagalan proses modifikasi didalam *storage* UAV dapat dilihat pada Gambar 4.3



**Gambar 4.3** Usaha Proses Modifikasi Data Pada Storage UAV

Dari skenario ini dilakukan investigasi bagaimana proses dalam menemukan barang bukti digital didalam storage perangkat UAV dan mengembalikan beberapa file penting yang telah dihapus. Informasi dari data-data tersebut akan dijadikan barang bukti digital untuk memberatkan pengguna UAV atas tuduhan korban.

## 4.2 Proses Akuisisi

Secara umum proses akuisisi pada UAV dilakukan pada tiga bagian, yang pertama pada awak pesawat yang digunakan selama penerbangan. Yang kedua media penyimpanan kamera yang digunakan pada awak pesawat. Dan yang ketiga adalah pada kontroler atau *ground station* yang disini adalah menggunakan *smartphone* lenovo P70. Dalam penelitian ini, proses akuisisi akan dilakukan sesuai dengan jenis skenario dalam penggunaan UAV. Dari skenario tersebut, akuisisi dilakukan terhadap storage yang tersedia dengan kondisi dari skenario kejahatan. Seperti pada skenario kejahatan 1 yang dimana hanya tersedia awak pesawat UAV, sehingga proses akuisisi hanya dilakukan pada *storage* awak pesawat UAV dan kartu memori kamera UAV. Sedangkan pada skenario kejahatan 2, proses akuisisi dilakukan terhadap seluruh *storage* yang terdapat pada perangkat UAV. Adapun penjelasan proses akuisisi per skenario akan dijelaskan sebagai berikut:

### 4.2.1 Akuisisi Skenario Mode Penerbangan

Pada skenario mode penerbangan, proses akuisisi dilakukan pada *storage* yang terdapat didalam awak pesawat UAV dan *smartphone* yang digunakan sebagai kontroler. Ini dilakukan untuk mendapatkan log file pernebangan yang dilakukan oleh UAV didalam *storage* UAV. Log tersebut kemudian dilihat dan dibandingkan antara log penerbangan dengan dengan

menggunakan P-mode, A-mode dan F-mode apakah masih memiliki log jalur koordinat lokasi pada saat melakukan penerbangan. Untuk proses akuisisi pada *storage* awak pesawat UAV lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.4



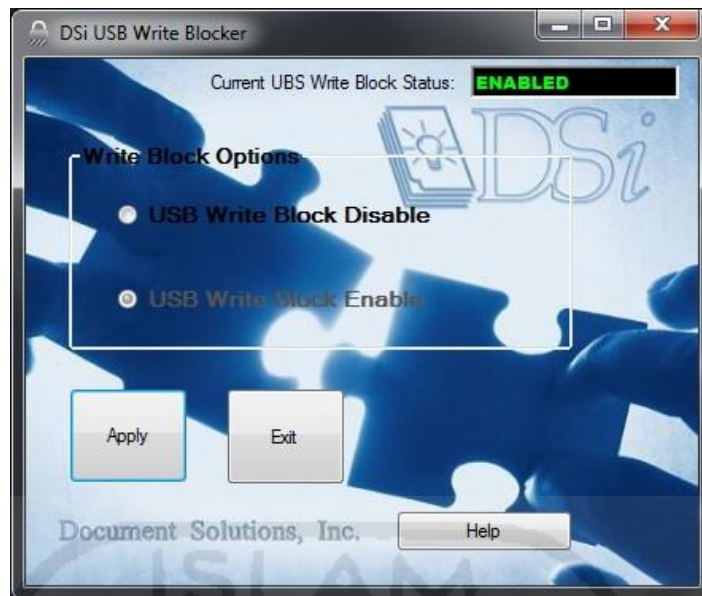
**Gambar 4.4** Proses Akuisisi pada Storage Awak Pesawat UAV

Sedangkan proses akuisisi pada *smartphone* yang digunakan sebagai kontroler sedikit lebih mudah, jika dibandingkan dengan akuisisi pada *storage* awak pesawat UAV. Pada kontroler akuisisi dilakukan secara logical dengan menggunakan *tools* FTK Imager untuk mendapatkan data penerbangan didalam aplikasi DJI Go yang tersimpan didalam *storage smartphone*. Untuk lebih jelasnya proses akuisisi dapat dilihat pada Gambar 4.5



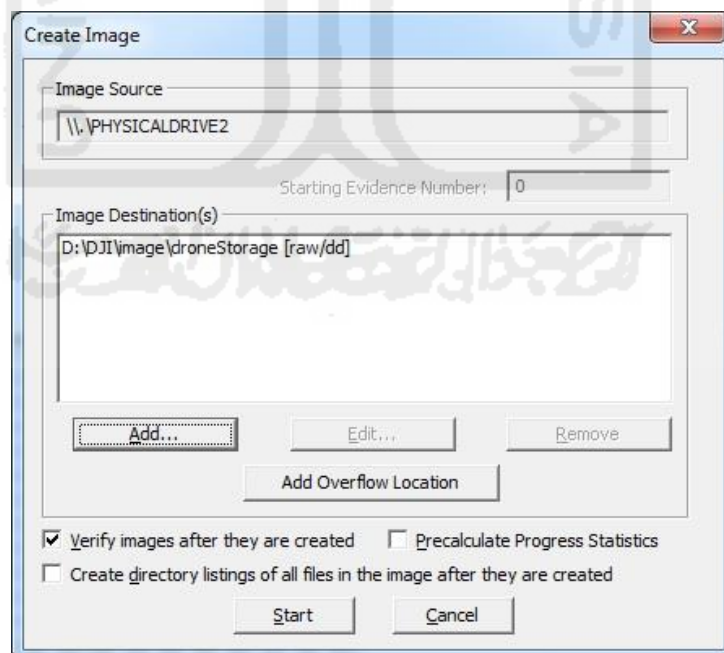
**Gambar 4.5** Proses Akuisisi pada Smartphone

Selanjutnya sebelum proses *imaging* dilakukan dengan menggunakan aplikasi **FTK Imager** yang berjalan pada sistem operasi windows baik terhadap *storage* awak pesawat UAV maupun *smartphone*, untuk menghindari kontaminasi barang bukti maka diperlukan *tools* berupa aplikasi **USB Write Blocker** seperti yang terlihat pada Gambar 4.6 Ini dilakukan untuk mencegah terjadinya perubahan isi data.



**Gambar 4.6** USB Write Blocker

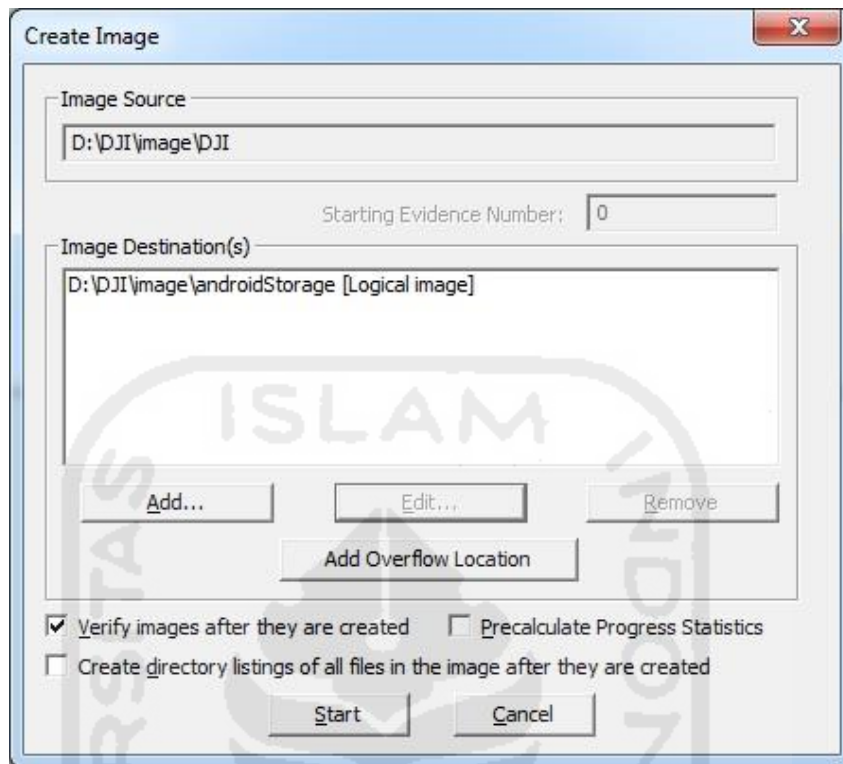
Proses akuisisi pada *storage* awak pesawat dilakukan dengan cara *physical* (*sector per sector* atau *bit-stream copy*) sehingga hasil *imaging* akan sama persis dengan barang bukti secara *physical*. File hasil *imaging* disimpan dengan ekstensi *.dd*, untuk berikutnya dilanjutkan untuk analisa log file bertipe *.DAT* yang terdapat didalam file image dengan menggunakan *tools* tertentu untuk mendapatkan informasi data koordinat lokasi penerbangan yang dilakukan. Informasi mengenai *imaging storage* yang terdapat pada awak pesawat UAV dapat dilihat pada Gambar 4.7.



**Gambar 4.7** Proses Imaging Storage Pada awak Pesawat UAV

Sedikit berbeda pada proses *imaging smartphone* android yang digunakan sebagai kontroler UAV. Pada *smartphone* digunakan proses *imaging* secara *logical* dan format *image*

yang digunakan berupa file dengan ekstensi .ad1 untuk mengambil data dari aplikasi **DJI Go** yang terdapat didalam file *image*, proses akuisisi dengan menggunakan tools FTK Imager dapat dilihat pada Gambar 4.8



Gambar 4.8 Proses Akuisisi Folder Aplikasi DJI pada smartphone Lenovo P70

Untuk menjamin keaslian dari file hasil dari *imaging* tersebut maka dilakukan pencatatan informasi dari proses akuisisi. Informasi tersebut berupa waktu dimulai dan diakhirinya proses akuisisi, nilai hash *storage*, nilai hash hasil *image*, dan ukuran file hasil *imaging*. Detail file hasil akuisisi pada *storage* awak pesawat dan *smartphone* Lenovo P70 berturut-turut dapat dilihat pada Tabel 4.1, dan Tabel 4.2

**Tabel 4.1** Detail Akuisisi Storage Awak Pesawat UAV

Nama	droneStorage.001
Tipe Source	Physical
Waktu Akuisisi	Thu Sep 01 15:00:20 2016
	Thu Sep 01 16:11:43 2016
Nilai Hash Storage UAV	bfe199b17c501d56805baeaa32d024e2 (MD5)
	8f0b63c1c31fbbc2318285d75b5f776800f0f1cc (SHA1)
Nilai Hash Hasil Imaging	bfe199b17c501d56805baeaa32d024e2 (MD5)
	8f0b63c1c31fbbc2318285d75b5f776800f0f1cc (SHA1)
Sector Count	7744512
Tools	AccessData® FTK® Imager 3.4.2.6

**Tabel 4.2** Detail Akuisisi Kontroler UAV (Smartphone)

Nama	androidStorage.ad1
Tipe Source	Logical
Waktu Akuisisi	Sat Sep 03 00:27:49 2016 Sat Sep 03 00:28:06 2016
Nilai Hash Smartphone	a72eb7e26d3df8af3b617a80a1325d09 (MD5) afd1a7cce78a71bc67d1b85f41c5e9af084a0f38 (SHA1)
Nilai Hash Hasil Imaging	a72eb7e26d3df8af3b617a80a1325d09 (MD5) afd1a7cce78a71bc67d1b85f41c5e9af084a0f38 (SHA1)
Sector Count	-
Tools	AccessData® FTK® Imager 3.4.2.6

Seluruh file hasil *imaging* di uji keasliannya dengan menggunakan metode *hashing*, yang mana pada penelitian ini menggunakan md5 dan SHA1.

#### 4.2.2 Akuisisi Skenario Kejahatan 1

Pada skenario kejahatan ini dimana hanya ditemukan awak pesawat sebagai barang bukti. Terdapat dua jenis *storage* didalam awak pesawat untuk digali data didalamnya untuk mendapatkan barang bukti digital. Akan tetapi, *storage* yang terdapat pada awak pesawat UAV untuk dilakukan akuisisi tidak bisa di akses oleh penyidik dikarenakan untuk dapat mengakses *storage* tersebut UAV dan kontroler harus melakukan sinkronasi. Dan didalam kasus ini kontroler tidak bisa digunakan karena hanya terdapat awak pesawat yang digunakan untuk barang bukti. Hal ini merupakan salah satu kelemahan dari jenis simulasi skenario kejahatan 1 yang digunakan pada penelitian ini.

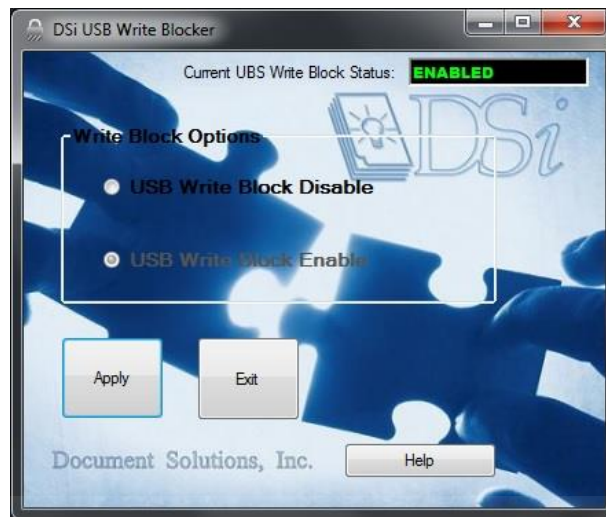
Akan tetapi masih tersedia kartu memori yang terdapat pada kamera UAV untuk dilakukan akuisisi. Data-data file gambar/video yang terdapat didalam kartu memori masih memiliki informasi yang cukup untuk digunakan sebagai barang bukti digital dengan melakukan proses koversi bukti digital yang terdapat didalam file gambar/video. Proses akuisisi pada kartu memori pada skenario kejahatan 1 ini dapat dilihat pada Gambar 4.9



**Gambar 4.9** Proses Akuisisi Kartu Memori UAV Skenario Kejahatan 1

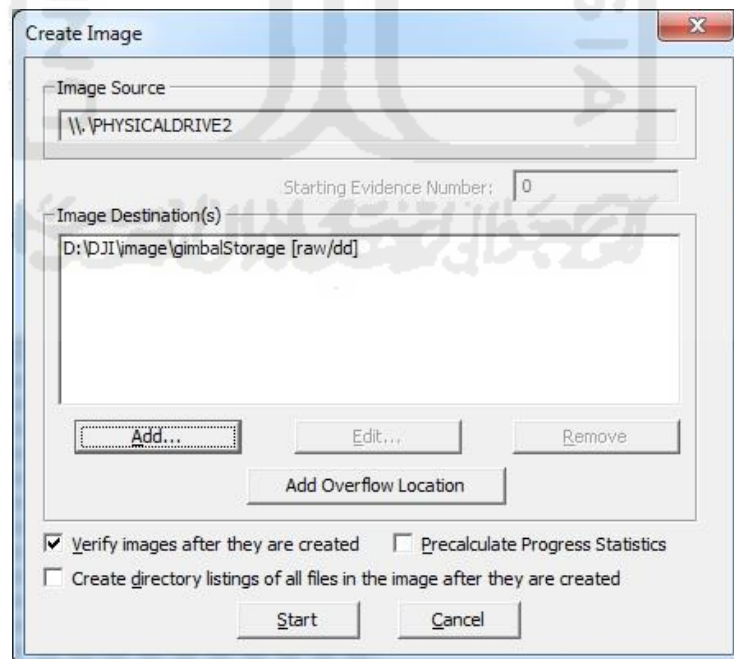
Sebelum melakukan proses akuisisi, pada perangkat PC yang digunakan untuk imaging kartu memori kamera UAV dijalankan aplikasi *write blocker*. Hal ini dilakukan untuk menghindari adanya kontaminasi data terhadap file asli pada saat melakukan proses imaging. Penggunaan aplikasi *write blocker* dapat dilihat pada Gambar 4.10





**Gambar 4.10** Penggunaan Write Blocker pada Kasus Kejahatan 1

Setelah *write blocker* terpasang, kemudian proses akuisisi dilanjutkan dengan menghubungkan kartu memori kamera UAV dengan PC baik menggunakan *memory card reader*, ataupun langsung menghubungkan kamera UAV dengan PC dengan menggunakan kabel data *micro USB* pada slot yang terdapat pada gimbal kamera UAV. Proses akuisisi pada kartu memori kamera UAV pada skenario penelitian ini dilakukan dengan cara *physical* (*sector per sector* atau *bit-stream copy*) dengan menggunakan tools **FTK Imager**, sehingga hasil *imaging* akan sama persis dengan barang bukti secara *physical*. File hasil *imaging* disimpan dengan ekstensi *.dd*. Proses *imaging* dapat dilihat pada Gambar 4.11



**Gambar 4.11** Proses Imaging Memori Kamera UAV pada Skenario Kejahatan 1

Informasi hasil dari proses imaging kartu memori UAV kemudian dicatat untuk kemudian dibandingkan dengan file asli. Detail informasi hasil dari imaging kartu memori kamera UAV dapat dilihat pada Table 4.3 berikut:

**Tabel 4.3** Detail Akuisisi Kartu Memori UAV pada Skenario Kejahatan 1

Nama	gimbalStorage.001
Tipe Source	Physical
Waktu Akuisisi	Thu Sep 01 16:20:49 2016
	Thu Sep 01 16:34:50 2016
Hash	994234a8fb583e1ebee3bb2d8d7011fe (MD5)
	bf75db8fc8d086f218564cbc86ca7c42704370b3 (SHA1)
Sector Count	31275008
Tools	AccessData® FTK® Imager 3.4.2.6

Untuk mejamin keaslian hasil dari imaging kartu memori kamera UAV, maka dilakukan proses verifikasi hasil *imaging* dengan file asli kartu memori dengan membandingkan nilai hash kedua file tersebut. Hasil dari verifikasi hasil *imaging* pada skenario kejahatan 1 dapat dilihat pada Tabel 4.4

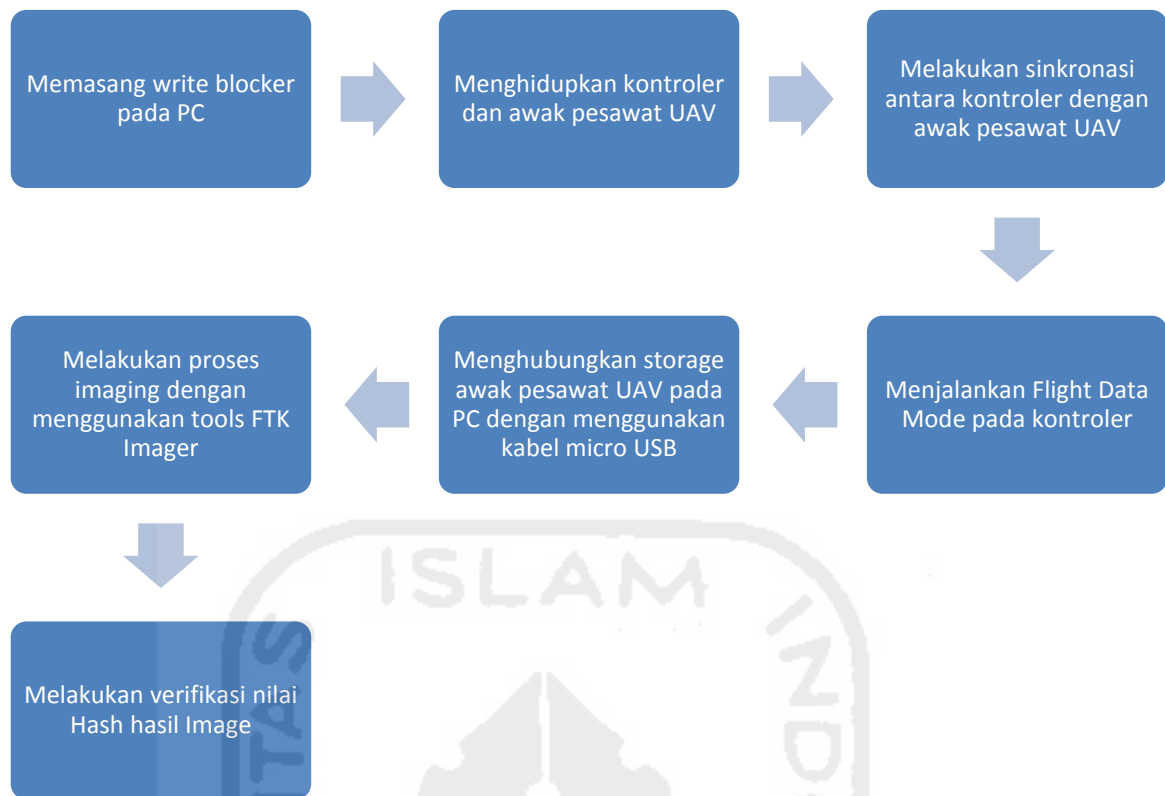
**Tabel 4.4** Verifikasi Hasil Imaging Skenario Kejahatan 1

Nama	Hash	Keterangan
PHYSICALDRIVE2	994234a8fb583e1ebee3bb2d8d7011fe (MD5)	<b>COCOK</b>
	bf75db8fc8d086f218564cbc86ca7c42704370b3 (SHA1)	
gimbalStorage.001	994234a8fb583e1ebee3bb2d8d7011fe (MD5)	
	bf75db8fc8d086f218564cbc86ca7c42704370b3 (SHA1)	

Dilihat dari tabel 4.4 dapat disimpulkan bahwa hasil dari imaging file **gimbalStorage.001** sama persis dengan file asli yaitu file **PHYSICALDRIVE2**.

#### 4.2.3 Akuisisi Skenario Kejahatan 2

Proses akuisisi pada pada skenario kejahatan 2 ini sama dengan proses akuisisi yang dilakukan pada skenario penerbangan. Hal tersebut dikarenakan *storage* yang akan di akuisisi adalah keseluruhan *storage* yang dapat di akses dan di lakukan akuisisi pada UAV. Adapun *storage* pada perangkat yang dilakukan akuisisi adalah *storage* awak pesawat UAV, kartu memori kamera, dan data yang terdapat didalam *storage smartphone* sebagai kontroler. Alur proses akuisisi pada skenario kejahatan 2 dapat dilihat pada Gambar 4.12 berikut



**Gambar 4.12** Proses Akuisisi Skenario Kejahatan 2

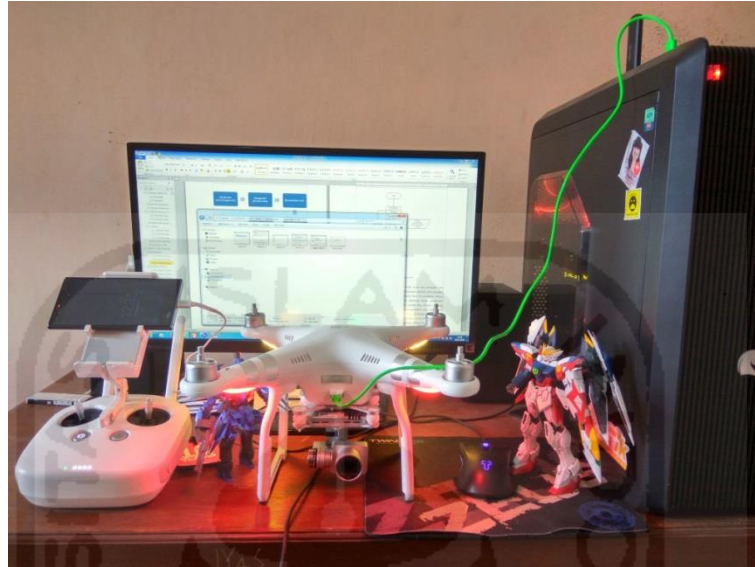
Langkah awal yang harus dilakukan sebelum memulai akuisisi adalah dengan memasang aplikasi *write blocker* pada komputer yang akan digunakan untuk mengakuisisi. Hal ini dilakukan agar data asli yang terdapat pada barang bukti tidak terkontaminasi pada saat proses akuisisi. Pemasangan aplikasi *write blocker* dapat dilihat pada Gambar 4.13



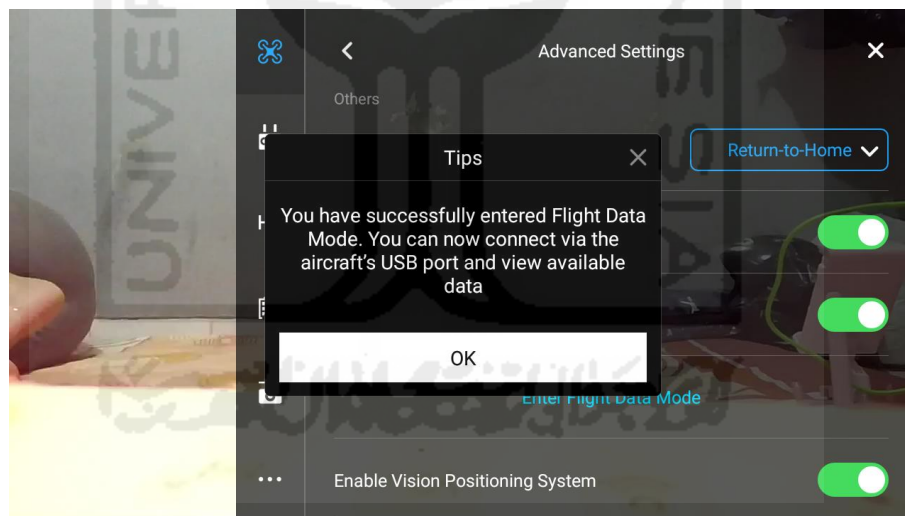
**Gambar 4.13** Pemasangan Write Blocker

Proses berikutnya yaitu dengan melakukan sinkronasi antara awak pesawat UAV dengan perangkat kontroler, dan kemudian menghubungkan storage pada awak pesawat UAV

dengan komputer yang digunakan untuk investigasi. Tanpa melakukan proses ini, *storage* pada awak pesawat UAV tidak bisa dilakukan akuisisi karena *storage* awak pesawat UAV hanya bisa dibaca ketika UAV masuk ke dalam **Flight Data Mode**. Proses sinkronisasi untuk melakukan akuisisi pada *storage* awak pesawat berturut-turut dapat dilihat pada Gambar 4.14 Dan 4.15 Berikut

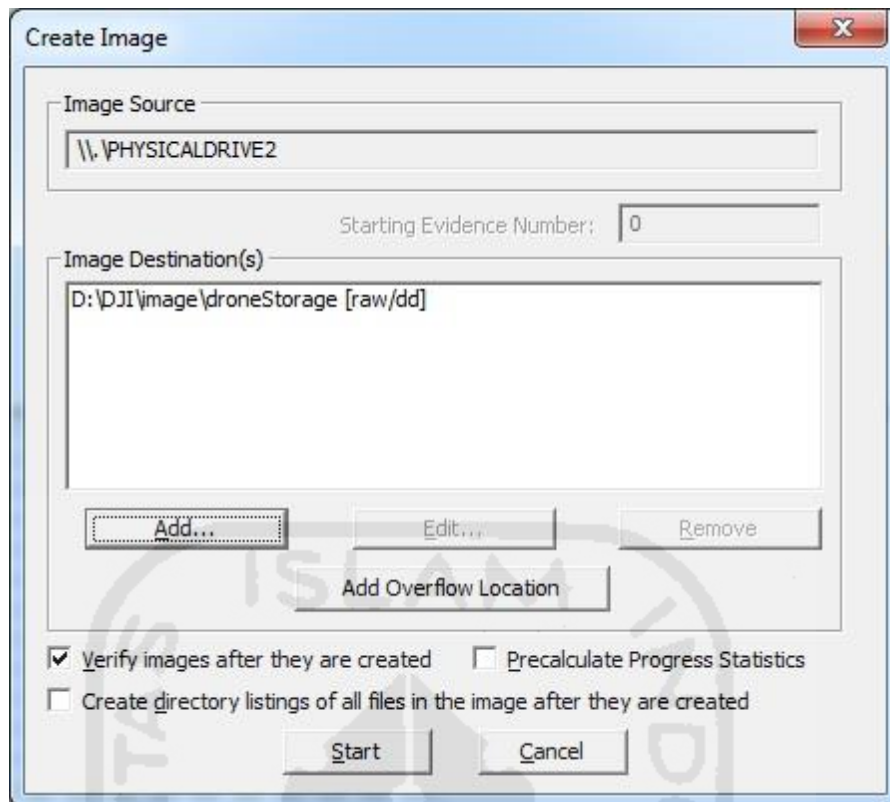


**Gambar 4.14** Proses Sinkronisasi UAV



**Gambar 4.15** Memasuki *Flight Data Mode* Pada Kontroler UAV

Setelah semua proses tersebut berhasil dijalankan, proses selanjutnya dilakukan dengan melakukan *imaging* pada *storage* yang terdapat pada perangkat UAV dengan menggunakan aplikasi **FTK Imager**. Proses akuisisi *storage* awak pesawat UAV dapat dilihat pada Gambar 4.16



**Gambar 4.16** Proses Imaging Storage Awak Pesawat UAV

Informasi hasil dari proses *imaging* kartu memori UAV kemudian dicatat untuk kemudian dibandingkan dengan file asli. Detail informasi hasil dari *imaging storage* awak pesawat UAV dapat dilihat pada Table 4.5 berikut:

**Tabel 4.5** Detail Informasi Hasil Proses Imaging Storage UAV pada Skenario Kejahatan 2

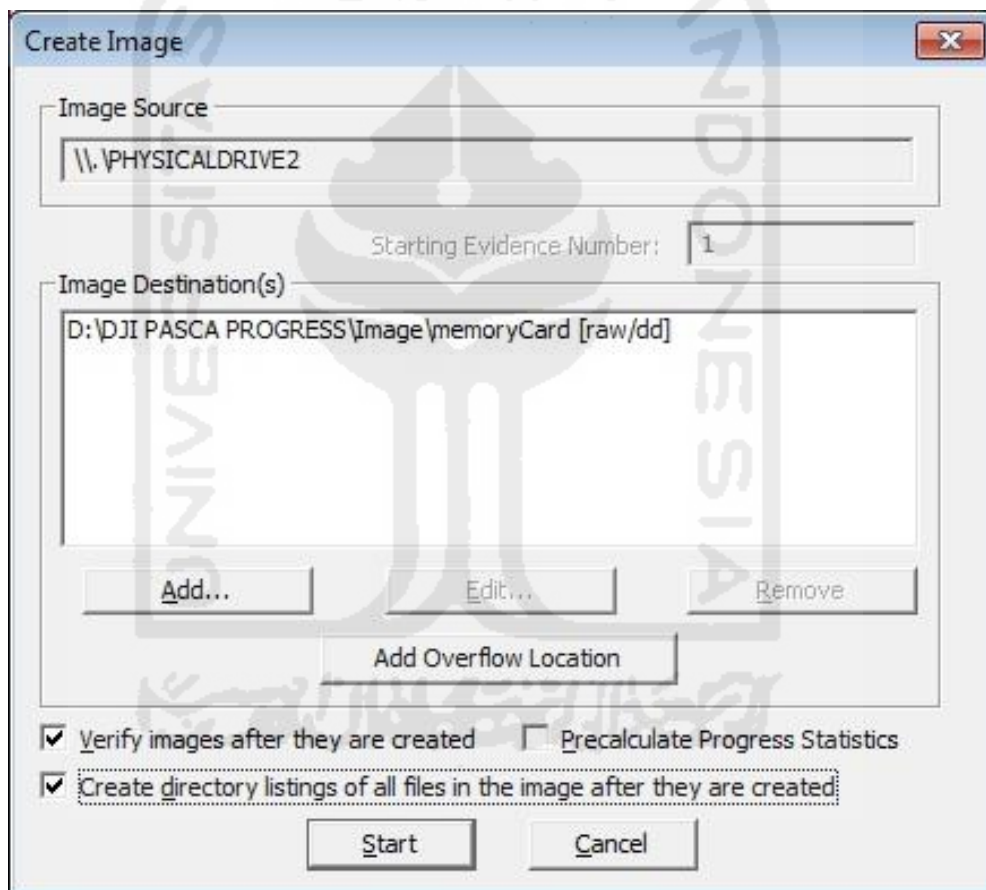
Nama	droneStorage.001
Type Source	Physical
Waktu Akuisisi	Thu Sep 01 15:00:20 2016 Thu Sep 01 16:11:43 2016
Nilai Hash Hasil Imaging	bfe199b17c501d56805baeaa32d024e2 (MD5) 8f0b63c1c31fbbc2318285d75b5f776800f0f1cc (SHA1)
Sector Count	7744512
Tools	AccessData® FTK® Imager 3.4.2.6

Untuk menjamin keaslian data hasil *imaging storage* awak pesawat UAV, maka dilakukan pencatatan informasi nilai hash file *image* dan kemudian dibandingkan dengan nilai hash file asli. Verifikasi data proses *imaging storage* awak pesawat UAV dapat dilihat pada Tabel 4.6

**Tabel 4.6** Verifikasi Hasil Imaging Storage UAV pada Skenario Kejahatan 2

Nama	Hash	Keterangan
PHYSICALDRIVE2	bfe199b17c501d56805baea32d024e2 (MD5)	<b>COCOK</b>
	8f0b63c1c31fbbc2318285d75b5f776800f0f1cc (SHA1)	
droneStorage.001	bfe199b17c501d56805baea32d024e2 (MD5)	
	8f0b63c1c31fbbc2318285d75b5f776800f0f1cc (SHA1)	

Proses akuisisi berikutnya dilakukan pada kartu memori kamera UAV, akuisisi dilakukan dengan melakukan *imaging* secara fisik pada kartu memori tersebut dengan menggunakan aplikasi **FTK Imager**. Proses akuisisi kartu memori kamera UAV dapat dilihat pada Gambar 4.17



**Gambar 4.17** Proses Imaging Kartu Memori Kamera UAV

Sama dengan proses selanjutnya, informasi hasil dari proses *imaging* kartu memori UAV kemudian dicatat untuk kemudian dibandingkan dengan file asli. Detail informasi hasil dari imaging kartu memori kamera UAV dapat dilihat pada Table 4.7 berikut:

**Tabel 4.7** Detail Informasi Hasil Proses Imaging Kartu Memori UAV pada Kasus Kejahatan 2

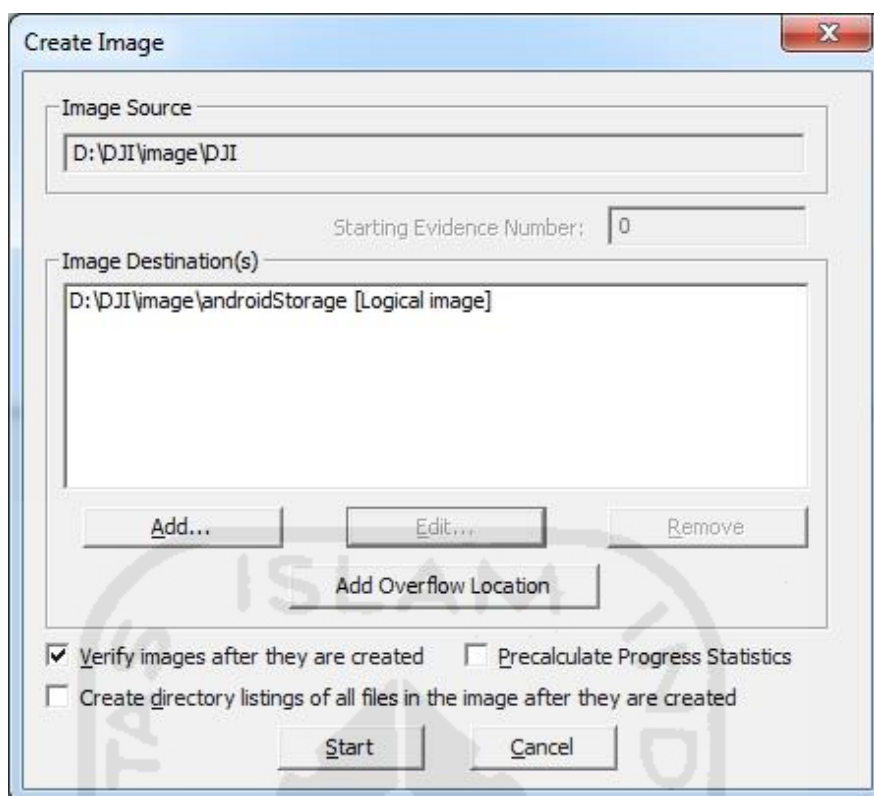
Nama	memoryCard.001
Tipe Source	Physical
Waktu Akuisisi	Tue Nov 22 18:14:12 2016 (mulai) Tue Nov 22 18:38:08 2016 (akhir)
Hash	c422cdcdad392f8377dadad3605ea5a3 (MD5) ca22caa1ccb9842cfe22a4dc585c58baa13da2e3 (SHA1)
Sector Count	31275008
Tools	AccessData® FTK® Imager 3.4.2.6

Untuk mejamin keaslian hasil dari imaging kartu memori kamera UAV, maka dilakukan proses verifikasi hasil *imaging* dengan file asli kartu memori dengan membandingkan nilai hash kedua file tersebut. Hasil dari verifikasi hasil imaging pada skenario kejahatan 1 dapat dilihat pada Tabel 4.8

**Tabel 4.8** Verifikasi Hasil Kartu Memori Kamera UAV pada Skenario Kejahatan 2

Nama	Hash	Keterangan
PHYSICALDRIVE2	c422cdcdad392f8377dadad3605ea5a3 (MD5)	<b>COCOK</b>
	ca22caa1ccb9842cfe22a4dc585c58baa13da2e3 (SHA1)	
memoryCard.001	c422cdcdad392f8377dadad3605ea5a3 (MD5)	
	ca22caa1ccb9842cfe22a4dc585c58baa13da2e3 (SHA1)	

Akuisisi terakhir yaitu dengan melakukan proses *imaging* data pada *storage smartphone* yang digunakan sebagai kontroler UAV. Pada *smartphone* digunakan proses *imaging* secara *logical* dan format *image* yang digunakan berupa file dengan ekstensi .ad1 untuk mengambil data dari **aplikasi DJI Go** yang terdapat didalam file *image*, proses akuisisi dengan menggunakan tools **FTK Imager** dapat dilihat pada Gambar 4.18



**Gambar 4.18** Proses Imaging Kontroler UAV (smartphone) pada Kasus Kejahatan 2

Untuk menjamin keaslian dari file hasil dari imaging tersebut maka dilakukan pencatatan informasi dari proses akuisisi. Informasi tersebut berupa waktu dimulai dan diakhirinya proses akuisisi, nilai hash *storage*, nilai hash hasil *image*, dan ukuran file hasil *imaging*. Detail file hasil akuisisi pada *smartphone* Lenovo P70 berturut-turut dapat dilihat pada Tabel 4.9

**Tabel 4.9** Detail Akuisisi Kontroler UAV (*Smartphone*) pada Skenario Kejahatan 2

Nama	androidStorage.ad1
Tipe Source	Logical
Waktu Akuisisi	Sat Sep 03 00:27:49 2016 Sat Sep 03 00:28:06 2016
Nilai Hash Smartphone	a72eb7e26d3df8af3b617a80a1325d09 (MD5) afd1a7cce78a71bc67d1b85f41c5e9af084a0f38 (SHA1)
Nilai Hash Hasil Imaging	a72eb7e26d3df8af3b617a80a1325d09 (MD5) <b>VERIFIED</b> afd1a7cce78a71bc67d1b85f41c5e9af084a0f38 (SHA1) <b>VERIFIED</b>
Sector Count	-
Tools	AccessData® FTK® Imager 3.4.2.6



### 4.3 Analisis

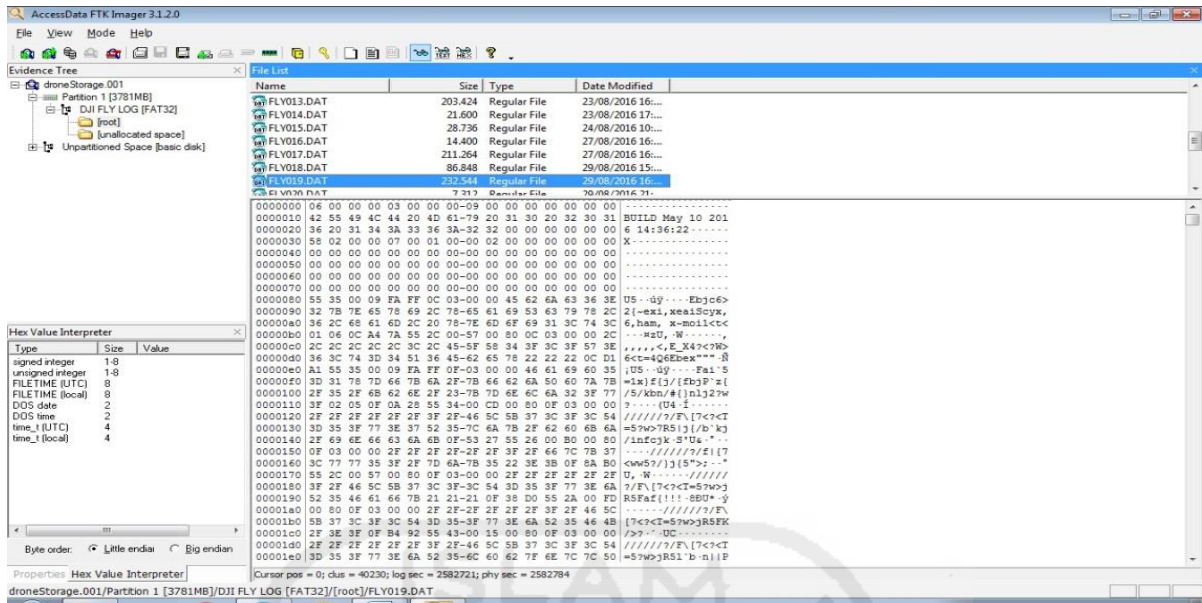
Analisis bukti digital GPS dilakukan melalui dua bagian, yaitu pertama dengan melakukan ekstraksi barang bukti yang mengandung log GPS didalam file hasil *image* dari media penyimpanan awak pesawat, *memory card* Gimbal, dan *smartphone* sebagai kontroler UAV. Dan bagian yang kedua adalah dengan melakukan konversi file gambar ataupun video yang terdapat didalam media penyimpanan UAV. Kegiatan analisis akan dijelaskan sebagai berikut:

#### 4.3.1 Skenario Mode Penerbangan

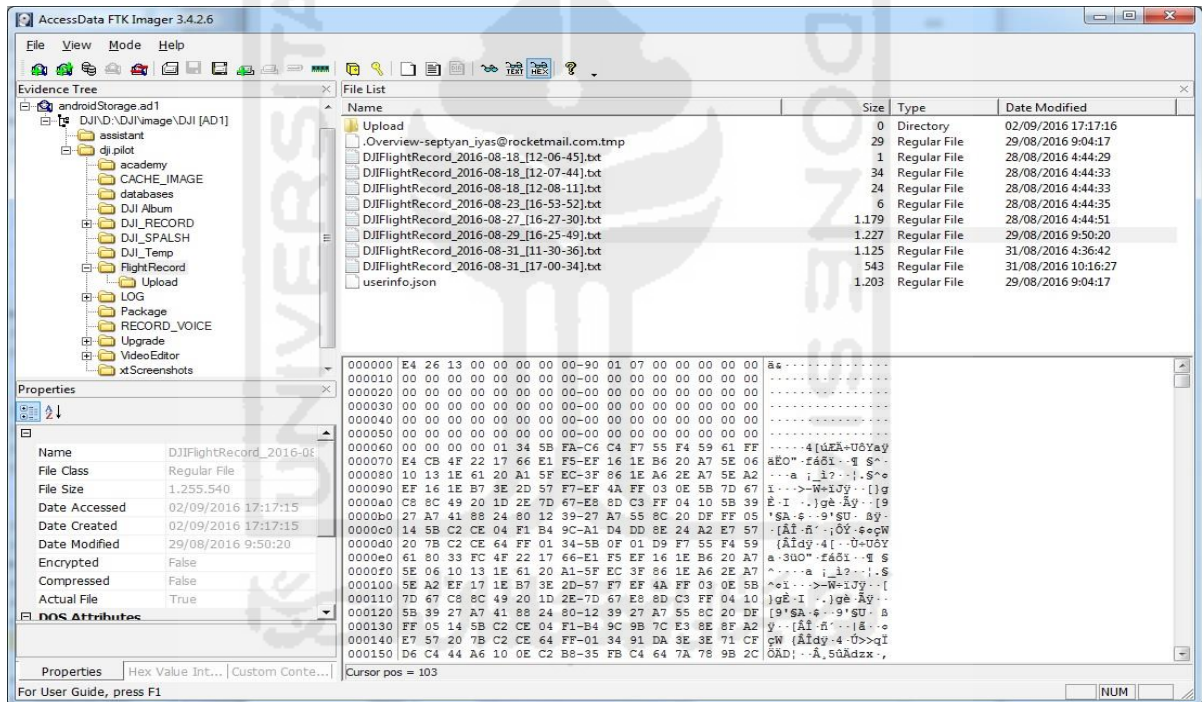
Dalam skenario ini, proses investigasi dilakukan dengan melakukan ekstraksi data log yang ada pada file *.dd* dari hasil *imaging storage* awak pesawat dan file hasil *imaging smartphone Lenovo P70* yang digunakan kontroler atau *ground station* UAV. Informasi data GPS biasanya disalin dan disimpan dalam log *database* secara otomatis dan berurutan. Analisis menggunakan skenario mode penerbangan ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari penerbangan UAV. Dengan menggunakan menggunakan mode penerbangan yang memakai GPS dan mode penerbangan tidak menggunakan sinyal GPS untuk stabilitas awak pesawat UAV, dapat diketahui apakah mode penerbangan tersebut mempengaruhi pencatatan koordinat GPS didalam log yang terdapat pada *storage* perangkat UAV.

Didalam penelitian ini ditemukan bahwa log yang berisi data informasi GPS memiliki ekstensi file *.DAT* pada *storage* awak pesawat dan file dengan ekstensi *.txt* pada *smartphone*. Data log pada *storage* UAV dengan ekstensi *.DAT* yang berisi informasi GPS tersimpan didalam direktori ***/root/FLY019.DAT***. sedangkan hasil log pada *smartphone* dengan ekstensi *.txt* tersimpan didalam direktori ***/root/DJI/dji.pilot/FlightRecord/DJIFlightRecord\_2016-08-29\_[16-25-49].txt***

Detail hasil ekstraksi berturut-turut dapat dilihat pada Gambar 4.19 dan 4.20



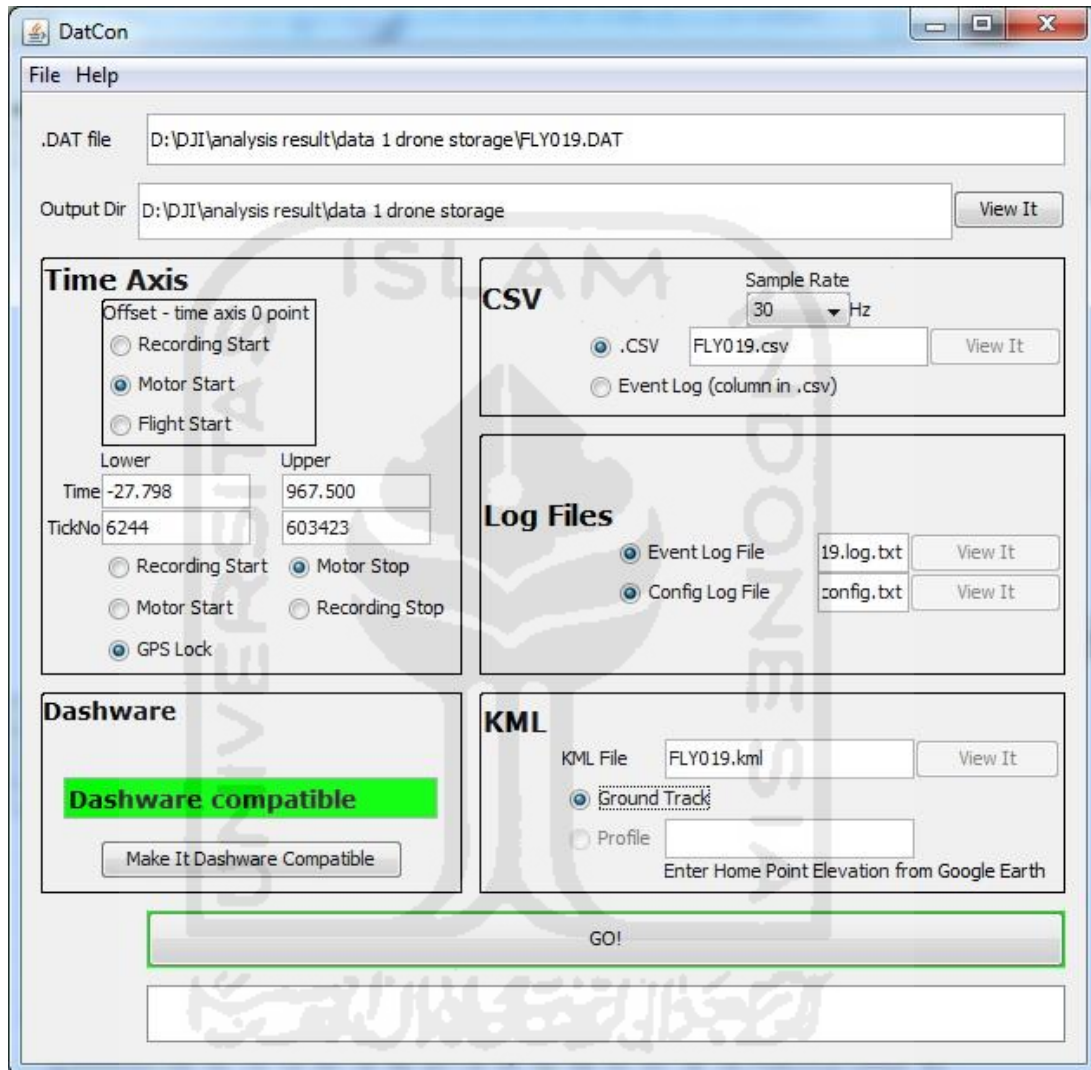
Gambar 4.19 Hasil Ekstraksi File .DAT



Gambar 4.20 Hasil Ekstraksi File .txt

Beberapa file ditarik dari dalam file image sumber untuk dilakukan analisis. Dari *image* media penyimpanan awak pesawat di ambil tiga buah file log penerbangan, yaitu **FLY19.DAT** , **FLY21.DAT** dan **FLY22.DAT**. Dari *image* aplikasi **DJI GO** yang terdapat pada *smartphone* juga ditarik tiga buah file, yaitu **DJIFlightRecord\_2016-08-29\_[16-25-49].txt** , **DJIFlightRecord\_2016-08-31\_[11-30-36].txt** , dan **DJIFlightRecord\_2016-08-31\_[17-00-34].txt**

Pada proses ekstraksi selain menggunakan fitur yang sudah terdapat pada **FTK Imager**, digunakan juga aplikasi **DatCon** untuk membaca dan menampilkan informasi konfigurasi dan *event log* didalam file *.DAT* ke dalam bentuk file dengan format *.txt* pada saat melakukan penerbangan. File *.txt* tersebut di ambil untuk mengetahui mode penerbangan yang dilakukan oleh UAV. Detail tentang penggunaan aplikasi DatCon dapat dilihat pada Gambar 4.21



Gambar 4.21 Penggunaan Aplikasi DatCon

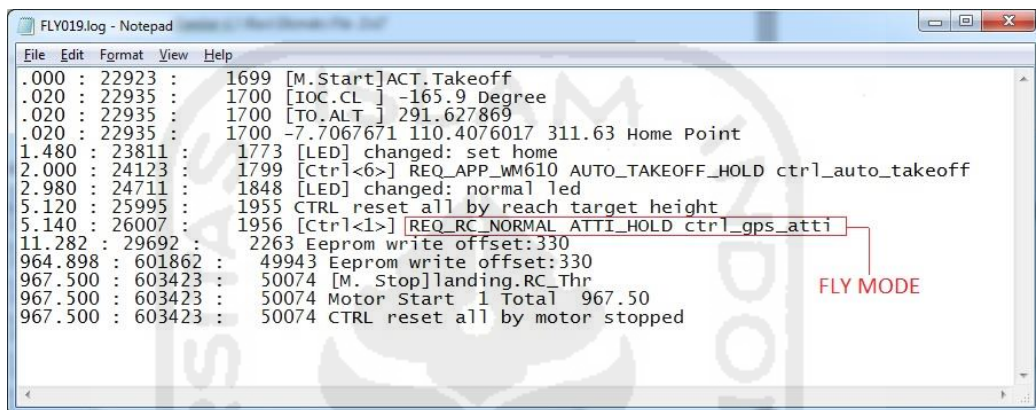
Sedangkan untuk proses ekstraksi log file dengan format *.txt* yang terdapat pada *smartphone*, digunakan tools berbasis website *online* yang terdapat pada alamat <https://healthydrones.com/> untuk mengetahui detail waktu penerbangan dilakukan sebagai pembanding antara log penerbangan yang terdapat didalam media penyimpanan UAV dengan log yang terdapat didalam *smartphone* sebagai *ground controler*.

Proses ini dilakukan agar peneliti bisa mengetahui mode penerbangan yang digunakan oleh UAV dengan melihat konfigurasi didalam file *event log*, sehingga dapat melakukan

perbandingan hasil informasi log GPS antara satu mode dengan mode lainnya. Berikut ini akan dijelaskan proses analisis pada tiap mode yang berbeda:

#### 4.3.1.1 P-mode (Position)

Pada log yang terdapat didalam awak pesawat dilakukan analisa dengan membaca file *FLY019.log.txt* hasil penggunaan aplikasi **DatCon** pada file *FLY019.DAT* diketahui mode penerbangan, lokasi *home point* yang terekam, dan durasi dari penerbangan. Untuk lebih detail dapat dilihat pada Gambar berikut 4.22:



**Gambar 4.22** Hasil Event log pada File FLY019.log.txt

Rincian Informasi yang terdapat pada file FLY.log.txt dapat dilihat pada Tabel 4.10 dibawah ini:

**Tabel 4.10** Rincian File FLY019.log.txt

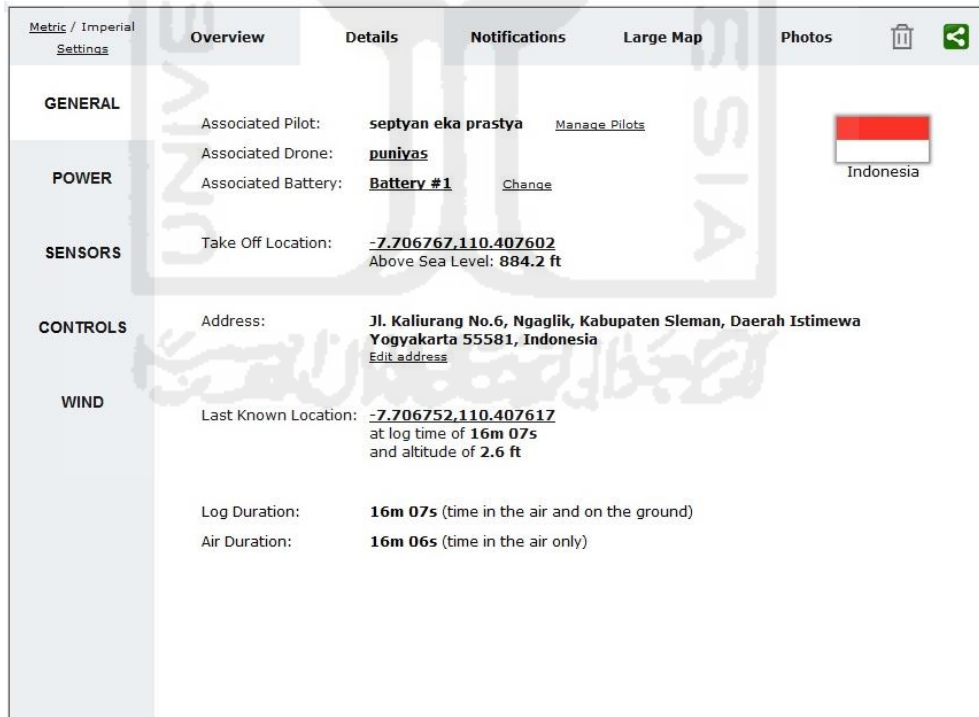
Nama	FLY019.log.txt
Home Point	-7.7067671 (Latitude)
	110.4076017 (Longitude)
Attitude Control	GPS dan Attitude
Mode Take Off	Auto
Durasi Motor	967.50 detik

Didalam log yang terdapat pada media penyimpanan UAV dapat dilihat kumpulan koordinat jalur penerbangan yang dilakukan. Hal tersebut dilakukan dengan mengunggah file log *FLY019.DAT* ke aplikasi berbasis web pada alamat [https://www.mapsmadeeasy.com/log\\_viewer](https://www.mapsmadeeasy.com/log_viewer) untuk mendapatkan list koordinat dengan format file .csv. Sistem log mencatat koordinat lokasi didalam *storage* pada UAV mulai dari saat sistem dihidupkan sampai dengan sistem dimatikan. Koordinat lokasi dicatat kedalam log didalam *storage* UAV per *mili second*. Pada Tabel 4.11 dapat dilihat contoh data yang terdapat didalam log pada *storage* UAV:

**Tabel 4.11** Hasil Ekstraksi Log Penerbangan File FLY019.DAT

FlightTime(Ms)	Longitude	Latitude	gpsHealth	gpsAltitude(m)	Distance(m)
100	110.407602	-7.70676706	4	292.17404	0.0066688
1000	110.407602	-7.70676696	4	291.9357	0.026966
34900	110.407603	-7.70676250	4	378.17572	5.5829363
69800	110.407603	-7.70676783	5	400.34015	10.385193
104900	110.407602	-7.70676827	5	408.8675	13.775643
139900	110.407606	-7.70676712	5	387.056	21.163574
174900	110.407468	-7.70712297	5	330.54813	81.364971
209900	110.407190	-7.70774327	5	336.61212	162.26829
244900	110.406889	-7.70789539	5	339.644	207.03808
349800	110.407519	-7.70678639	5	300.11554	428.60297
419800	110.407255	-7.70670138	5	334.8861	473.40443
559900	110.407605	-7.70681501	5	339.526	692.52561
594900	110.407608	-7.70680751	5	381.1584	699.13338
629800	110.407605	-7.70681627	5	359.01898	704.94593
689000	110.407549	-7.70674966	5	294.80023	726.73415
740000	110.407640	-7.70673073	5	306.73383	743.10394

Sedangkan log didalam *smartphone* sebagai kontroler yang berupa file dengan format file .txt, analisa dilakukan dengan mengunggah file *DJIFlightRecord\_2016-08-29\_[16-25-49].txt* pada alamat website <https://healthydrones.com/main?a=upload>. Hasil lebih detail dapat dilihat pada Gambar 4.23 berikut:



**Gambar 4.23** Hasil Ekstraksi File DJIFlightRecord\_2016-08-29\_[16-25-49].txt

Dari hasil ekstraksi menggunakan website tersebut diketahui bahwa log *DJIFlightRecord\_2016-08-29\_[16-25-49].txt* yang terdapat pada *smartphone* memiliki koordinat lokasi yang sama dengan koordinat lokasi *home point* pada log *FLY019.DAT* dari

media penyimpanan UAV yang berlokasi pada point **-7.7067671** (*Altitude*) dan **110.4076017** (*Longitude*). Hal ini menunjukkan bahwa log yang terdapat pada UAV dan kontroler tersebut dihasilkan pada saat penerbangan yang sama.

Pada website tersebut koordinat jalur penerbangan, ketinggian dan kecepatan dapat dilihat dalam file dengan ekstensi .csv , seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.12:

**Tabel 4.12** Hasil Log Penerbangan Pada File DJIFlightRecord\_2016-08-29\_[16-25-49].txt

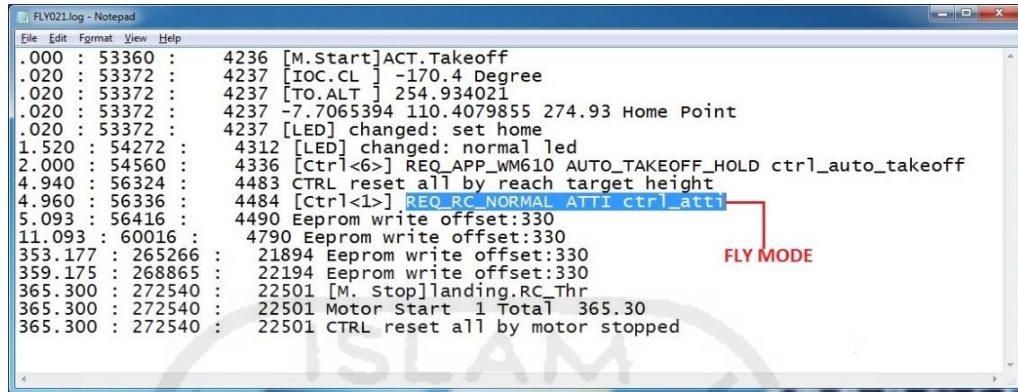
Latitude (Deg)	Longitude (Deg)	GPS Altitude (m)	Ground Speed(m/s)
-7.7067895746	110.40759982945	291.63604736	0.00950630776927
-7.7067895746	110.40759982945	291.63604736	0.00966549904649
-7.7067895746	110.40759982945	292.23941040	0.00977114062270
-7.7067895746	110.40759982946	292.23941040	0.00977872037551
-7.7067895746	110.40759982947	291.50027465	0.00972960631423
-7.7067895746	110.40759982948	291.50027465	0.00967281252364
-7.7067895746	110.40759982949	291.61291503	0.00960694776643
-7.7067895747	110.40759982949	291.61291503	0.00954174312206
-7.7067895747	110.40759982949	291.10906982	0.00946947920351
-7.7067895747	110.40759982948	291.10906982	0.00937631614836
-7.7067895747	110.40759982947	292.07949829	0.00927000794011
-7.7067895747	110.40759982946	292.07949829	0.00917574829010
-7.7067895748	110.40759982944	292.31179809	0.00913526189063
-7.7067895748	110.40759982942	292.31179809	0.00914790336662
-7.7067895748	110.40759982941	292.18008422	0.00919571358583
-7.7067895748	110.40759982939	292.18008422	0.00922805272252
-7.7067895748	110.40759982937	291.68429565	0.00921141655556
-7.7067895748	110.40759982936	291.68429565	0.00917015748652

Dari hasil temuan pada proses ekstraksi dan analisis log pada storage perangkat UAV dengan menggunakan mode penerbangan **P-mode**, dapat diketahui bahwa didalam log tersebut tercatat **koordinat lokasi** jalur penerbangan, titik **koordinat Home Point** (titik awal penerbangan), **ketinggian** selama penerbangan dan **kecepatan** dari UAV ketika melakukan penerbangan. Pada log didalam storage UAV, koordinat GPS dan data-data penerbangan tercatat setiap per milli second.

#### 4.3.1.2 A-mode (Altitude)

Proses analisa log penerbangan yang dilakukan dengan menggunakan mode ini sama dengan proses yang dilakukan sebelumnya. Langkah ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana data log yang tersimpan dalam *storage* UAV dan *smartphone* ketika menggunakan mode dimana awak pesawat tidak menggunakan sinyal GPS dalam stabilitas penerbangannya.

Pada log yang terdapat didalam awak pesawat dilakukan analisa dengan membaca file *FLY021.log.txt* hasil penggunaan aplikasi DatCon pada file *FLY021.DAT* diketahui mode penerbangan, lokasi *home point* yang terekam, dan durasi dari penerbangan. Untuk lebih detail dapat dilihat pada Gambar berikut 4.24:



**Gambar 4.24** Hasil Event log pada File FLY021.log.txt

Temuan menarik diketahui bahwa walaupun dengan A-mode (*Attitude*), dimana sinyal GPS tidak digunakan dalam stabilitas penerbangan. Koordinat *home point* masih tersimpan didalam log *FLY021.DAT*. Adapun hasil detail dari ekstraksi file *FLY021.log.txt* dapat dilihat pada tabel 4.13 berikut:

**Tabel 4.13** Rincian File FLY021.log.txt

Nama	FLY021.log.txt
Home Point	-7.7065394 (Latitude)
	110.4079855 (Longitude)
Attitude Control	Attitude
Mode Take Off	Auto
Durasi Motor	365.30 detik

Sedangkan untuk jalur penerbangan dengan mode ini juga masih dapat ditemukan dengan proses yang sama dengan sebelumnya. Yaitu dengan mengunggah file log *FLY021.DAT* ke aplikasi berbasis web pada alamat [https://www.mapsmadeeasy.com/log\\_viewer](https://www.mapsmadeeasy.com/log_viewer) untuk mendapatkan list koordinat dengan format file .csv. Untuk hasil lebih detail dapat dilihat pada Tabel 4.14:

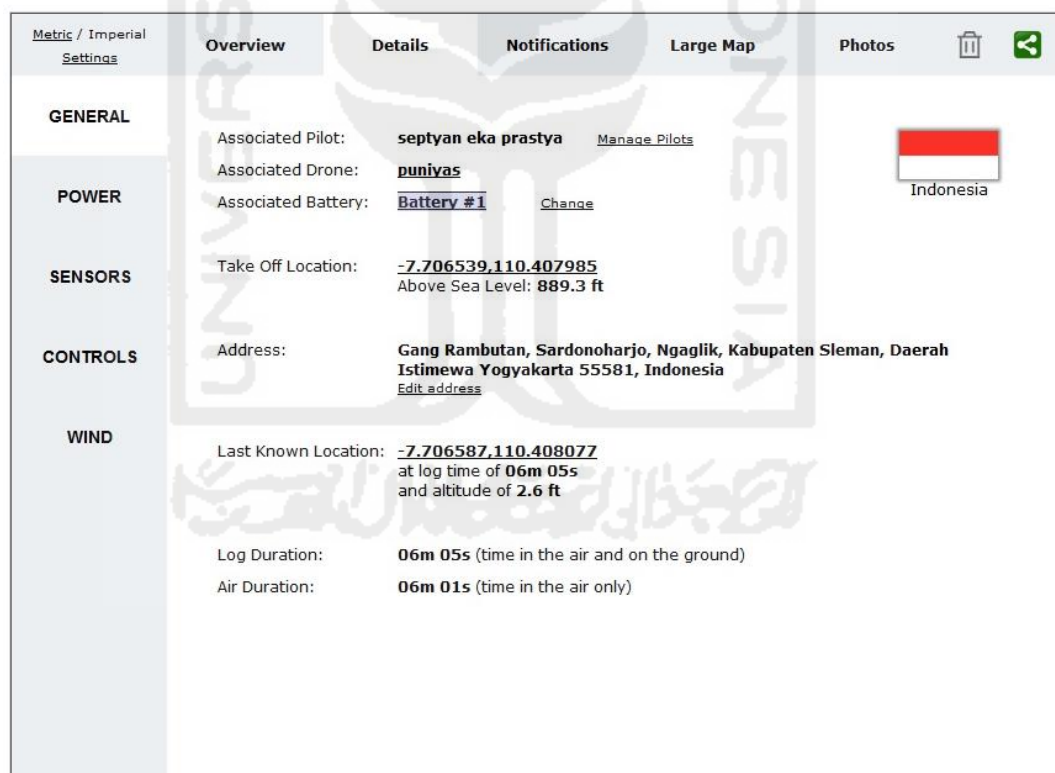
**Tabel 4.14** Hasil Ekstraksi Log Penerbangan Pada File FLY021.DAT

FlightTime(Ms)	Longitude	Latitude	gpsHealth	gpsAltitude(m)	Distance(m)
10000	110.407974	-7.70653814	4	256.1733	1.2473102
27700	110.407877	-7.70667488	5	280.66656	22.793636
34900	110.407814	-7.70676682	5	279.22858	36.368849
41800	110.407825	-7.70669853	5	281.3734	44.858681
45400	110.407841	-7.70661924	5	282.16977	53.778106
48800	110.407827	-7.70658926	5	282.1325	57.566253

**Tabel 4.14** Hasil Ekstraksi Log Penerbangan Pada File FLY021.DAT (Lanjutan)

FlightTime(Ms)	Longitude	Latitude	gpsHealth	gpsAltitude(m)	Distance(m)
52300	110.407804	-7.70658828	5	281.59592	60.396239
55900	110.407777	-7.70661356	5	280.99783	64.889253
59300	110.407900	-7.70666032	5	282.6691	79.497705
66400	110.408237	-7.70674952	5	281.27573	118.40365
73300	110.408283	-7.70677042	5	282.4446	129.38011
87300	110.408264	-7.70673323	5	281.80936	146.75539
94300	110.407917	-7.70680255	5	281.18008	185.41051
104800	110.407608	-7.70677984	5	280.05334	223.30219
122300	110.407639	-7.70667115	5	302.14777	238.28303
139900	110.407844	-7.70679411	5	299.55896	288.47623

Sedangkan log pada *smartphone* sebagai kontroler yang berupa file dengan format file .txt, analisa dilakukan dengan mengunggah file *DJIFlightRecord\_2016-08-31\_[11-30-36].txt* pada alamat website <https://healthydrones.com/main?a=upload>. Hasil lebih detail dapat dilihat pada Gambar 4.25 berikut:



**Gambar 4.25** Hasil Ekstraksi DJIFlightRecord\_2016-08-31\_[11-30-36].txt

Dari hasil ekstraksi menggunakan website tersebut diketahui bahwa log *DJIFlightRecord\_2016-08-31\_[11-30-36].txt* yang terdapat pada *smartphone* memiliki koordinat lokasi yang sama dengan koordinat lokasi home point pada log *FLY021.DAT* dari media penyimpanan UAV yang berlokasi pada point **-7.7065394** (*Altitude*) dan **110.4079855**



(Longitude). Hal ini menunjukkan bahwa log yang terdapat pada UAV dan kontroler tersebut dihasilkan pada saat penerbangan yang sama.

Pada website tersebut koordinat jalur penerbangan, ketinggian dan kecepatan dapat dilihat dalam file dengan ekstensi .csv , seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.15:

**Tabel 4.15** Hasil Log Penerbangan Pada File DJIFlightRecord\_2016-08-31\_[11-30-36].txt

Latitude (Deg)	Longitude (Deg)	GPS Altitude (m)	Ground Speed(m/s)
-7.70654436582	110.40797714693	254.2131653	0.00913594294044
-7.70654436576	110.40797714695	254.2040710	0.00920011580069
-7.70654436570	110.40797714697	254.2040710	0.00927306607589
-7.70654436564	110.40797714698	255.6522522	0.00933331836006
-7.7065443659	110.40797714699	255.6522522	0.00936860882815
-7.7065443655	110.40797714699	254.7938843	0.00936238797688
-7.70654436546	110.40797714700	254.7938843	0.00932250634361
-7.7065443654	110.40797714701	255.0241394	0.00928579220188
-7.7065443653	110.40797714703	255.0241394	0.00926245755126
-7.70654436527	110.40797714705	254.7666168	0.00924736820659
-7.7065443652	110.40797714706	254.7666168	0.00924609411253
-7.70654436515	110.40797714708	254.3889007	0.00925396849679
-7.70654436509	110.40797714709	254.3889007	0.00924534361851
-7.70654436502	110.40797714710	254.0162201	0.00921191802527
-7.70654436496	110.40797714712	254.0162201	0.00918722280660
-7.70654436491	110.40797714714	255.0998688	0.00918748106898
-7.70654436484	110.40797714716	255.0998688	0.00918832313160
-7.70654436478	110.40797714719	254.3626404	0.0091754363398

Dari hasil temuan pada proses ekstraksi dan analisis log pada storage perangkat UAV dengan menggunakan mode penerbangan **A-mode**, hal menarik diketahui yaitu bahwa meskipun mode penerbangan tidak menggunakan sinyal GPS untuk stabilitas pada saat penerbangan. Didalam log tersebut masih tetap tercatat **koordinat lokasi** jalur penerbangan, titik **koordinat Home Point** (titik awal penerbangan), **ketinggian** selama penerbangan dan **kecepatan** dari UAV ketika melakukan penerbangan. Pada log didalam storage UAV, koordinat GPS dan data-data penerbangan tercatat setiap per milli second.

#### 4.3.1.3 F-mode (Function)

Pada log yang terdapat didalam awak pesawat dilakukan analisa dengan membaca file **FLY022.log.txt** hasil penggunaan aplikasi **DatCon** pada file **FLY022.DAT** diketahui mode penerbangan, lokasi *home point* yang terekam, dan durasi dari penerbangan. Untuk lebih detail dapat dilihat pada Gambar berikut 4.26:

```

FLY022.log - Notepad
File Edit Format View Help
1.000 : 44850 : 3526 [M.Start]ACT.Takeoff
.020 : 44862 : 3527 [IOC.CL ] 19.2 Degree
.020 : 44862 : 3527 [TO,ALT ] 269.563416
.020 : 44862 : 3527 -7.7066453 110.4070707 289.56 Home Point
.360 : 45066 : 3544 [LED] changed: set home
1.860 : 45966 : 3619 [LED] changed: normal led
2.000 : 46050 : 3626 [Ctrl<6>] REQ_APP_WM610 AUTO_TAKEOFF_HOLD ctrl_auto_takeoff
4.960 : 47826 : 3774 CTRL reset all by reach target height
4.980 : 47838 : 3775 [Ctrl<L>] REQ_RC_NORMAL ATTI_HOLD ctrl_gps_atti
5.118 : 47921 : 3781 Eeprom write offset:330
11.118 : 51521 : 4081 Eeprom write offset:330
18.480 : 55938 : 4450 CTRL reset all by rc mode switch
71.600 : 87810 : 7106 Follow Mission: receive followme mission from app
71.602 : 87811 : 7106 Follow Mission: yaw_mode 1
71.602 : 87811 : 7106 Follow Mission: init_lati -0.135
71.602 : 87811 : 7106 Follow Mission: init_long 1.927
71.602 : 87811 : 7106 Follow Mission: init_alti 0.000
71.602 : 87811 : 7106 Follow Mission: init_angl 0.000
71.602 : 87811 : 7106 Follow Mission: sensitivity 0
71.602 : 87811 : 7106 Follow Mission: is_android 1
71.602 : 87811 : 7106 [Follow_ME]: Init success app date source : 1
71.602 : 87811 : 7106 [FOLLOW_ME]mission start 1
71.602 : 87811 : 7106 Follow Mission: ack followme start 0 to app
71.620 : 87822 : 7107 [Ctrl<3>] REQ_NAVI_MISSION NAVI_FOLLOW_MISSION ctrl_navi_follow_me_mission
73.820 : 89142 : 7217 [FOLLOW_ME]init gpitch -54.200,gdist offset 4.543,d2ph 7.045,d2prt 11.588
73.820 : 89142 : 7217 [FOLLOW_ME] change to FOLLOW_MOVING
111.722 : 111883 : 9112 received on/off 2 from app
111.722 : 111883 : 9112 CTRL reset all by APP.mission.request.off
111.722 : 111883 : 9112 ack on/off 0 to app
111.740 : 111894 : 9113 CTRL reset all by ctrl_dev_changed
111.740 : 111894 : 9113 [Ctrl<L>] REQ_RC_NORMAL ATTI_HOLD ctrl_gps_atti
945.257 : 612004 : 50788 Eeprom write offset:330
951.255 : 615603 : 51088 Eeprom write offset:330
952.680 : 616458 : 51160 [M.Stop]landing.RC_Thr
952.680 : 616458 : 51160 Motor Start 1 Total 952.68
952.680 : 616458 : 51160 CTRL reset all by motor stopped

```

**Gambar 4.26** Hasil Event Log Pada File FLY022.log.txt

Didalam mode ini terdapat tambahan data yang tertulis didalam file log *FLY022.log.txt* dibandingkan dengan dua mode sebelumnya. Tambahan tersebut berisi informasi berupa jenis misi yang digunakan dalam penerbangan beserta durasi misi tersebut dijalankan. Adapun hasil detail dari ekstraksi file *FLY022.log.txt* dapat dilihat pada tabel 4.16 berikut:

**Tabel 4.16** Rincian File FLY022.log.txt

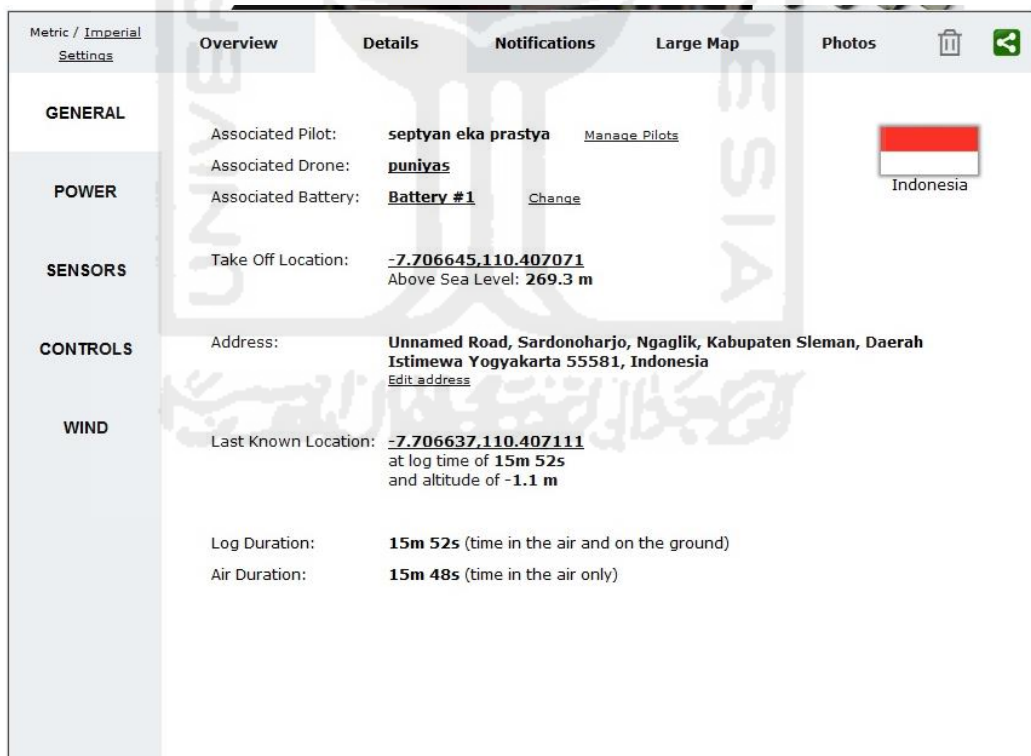
Nama	FLY022.log.txt
Home Point	-7.7066453 (Latitude) 110.4070707 (Longitude)
Attitude Control	Attitude dan GPS
Misi	Follow Me
Durasi Misi	Detik ke 71.602 (mulai) Detik ke 111.722 (berakhir)
Mode Take Off	Auto
Durasi Motor	952.68 detik

Sedangkan untuk jalur penerbangan dengan mode ini juga masih dapat ditemukan dengan proses yang sama dengan sebelumnya. Yaitu dengan mengunggah file log *FLY022.DAT* ke aplikasi berbasis web pada alamat [https://www.mapsmadeeasy.com/log\\_viewer](https://www.mapsmadeeasy.com/log_viewer) untuk mendapatkan list koordinat dengan format file .csv. Untuk hasil lebih detail dapat dilihat pada Tabel 4.17:

**Tabel 4.17** Hasil Ekstraksi Log Penerbangan Pada File FLY022.DAT

FlightTime(Ms)	Longitude	Latitude	gpsHealth	gpsAltitude(m)	Distance(m)
9000	110.407070	-7.70664311	5	271.31238	0.2450226
34800	110.407070	-7.70664396	5	277.22327	2.7639934
52300	110.407069	-7.70664478	5	277.67554	4.2074762
69700	110.407073	-7.70664458	5	286.21893	5.8904857
87400	110.407111	-7.70661816	5	286.2421	13.003761
104900	110.407074	-7.70650167	5	283.9515	32.226132
122400	110.406960	-7.70636069	5	284.16086	70.964622
139900	110.407050	-7.70642793	5	285.10995	84.041945
157400	110.407110	-7.70647326	5	285.2096	102.43194
174900	110.407109	-7.70647235	5	285.28406	104.38946
192400	110.407108	-7.70647353	5	304.75388	106.34328
209900	110.407108	-7.70647326	5	311.92148	108.57653
227400	110.407070	-7.70648738	5	312.24054	114.75388
244900	110.407154	-7.70632967	5	311.88437	139.43162
262400	110.407296	-7.70595401	5	316.28278	185.25400
279900	110.407261	-7.70603819	5	325.69308	196.31026

Sedangkan log didalam *smartphone* sebagai kontroler yang berupa file dengan format file .txt, analisa dilakukan dengan mengunggah file **DJIFlightRecord\_2016-08-31\_[17-00-34].txt** pada alamat website **https://healthydrones.com/main?a=upload**. Hasil lebih detail dapat dilihat pada Gambar 4.27 berikut:



**Gambar 4.27** Hasil Ekstraksi DJIFlightRecord\_2016-08-31\_[17-00-34].txt

Dari hasil ekstraksi menggunakan website tersebut diketahui bahwa log **DJIFlightRecord\_2016-08-31\_[17-00-34].txt** yang terdapat pada *smartphone* memiliki koordinat lokasi yang sama dengan koordinat lokasi *home point* pada log **FLY022.DAT** dari

media penyimpanan UAV yang berlokasi pada point **-7.7066453** (*Altitude*) dan **110.4070707** (*Longitude*). Hal ini menunjukkan bahwa log yang terdapat pada UAV dan kontroler tersebut dihasilkan pada saat penerbangan yang sama.

Pada website tersebut koordinat jalur penerbangan, ketinggian dan kecepatan dapat dilihat dalam file dengan ekstensi .csv , seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.18:

**Tabel 4.18** Hasil Log Penerbangan Pada File DJIFlightRecord\_2016-08-31\_[17-00-34].txt

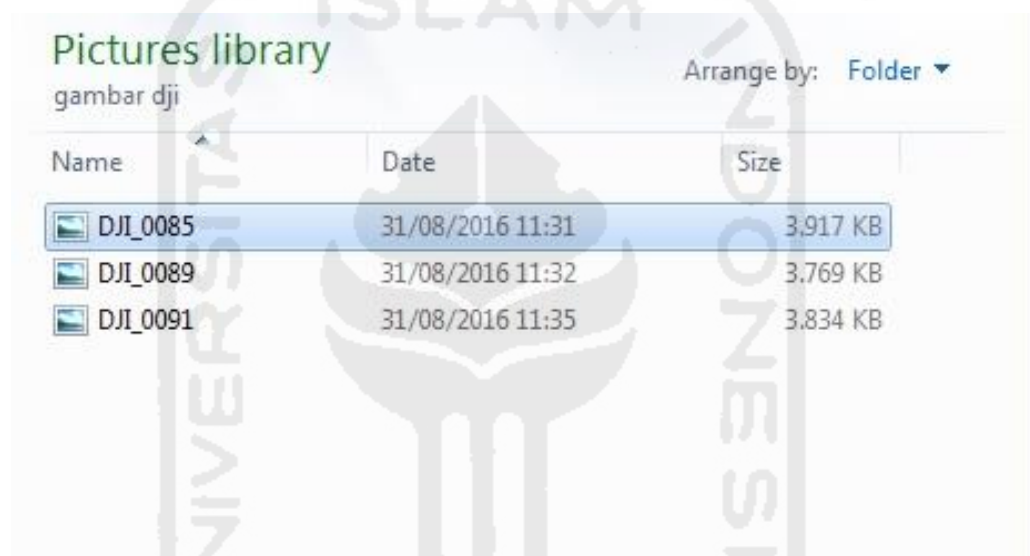
Latitude (Deg)	Longitude (Deg)	GPS Altitude (m)	Ground Speed(m/s)
-7.706649047684	110.4070695404	269.477630615	0.0100182324945
-7.706649047675	110.4070695403	269.469573975	0.0100643176288
-7.706649047669	110.4070695401	269.469573975	0.0101129499974
-7.706649047668	110.4070695400	268.849487305	0.0101709968091
-7.706649047669	110.4070695399	268.849487305	0.0102419065159
-7.706649047672	110.4070695397	270.301300049	0.0103116174419
-7.706649047678	110.4070695396	270.301300049	0.0103694076976
-7.706649047684	110.4070695395	269.073333740	0.0104277487822
-7.70664904769	110.4070695393	269.073333740	0.0104732633764
-7.706649047698	110.4070695392	269.183227539	0.0104833092704
-7.706649052528	110.4070695505	269.183227539	0.0104653826818
-7.706649052532	110.4070695504	268.927124023	0.0104463239732
-7.706649052534	110.4070695502	268.927124023	0.0104366566065
-7.706649052539	110.4070695501	69.5230102539	0.0104288533178
-7.706649052545	110.4070695499	69.5230102539	0.0104361563743
-7.706649052554	110.4070695498	269.018890381	0.0104533836336
-7.706649052565	110.4070695497	269.018890381	0.0104727494240
-7.706649052577	110.4070695495	69.0098266601	0.0104952713865

Dan terakhir dari hasil temuan pada proses ekstraksi dan analisis log pada storage perangkat UAV dengan menggunakan mode penerbangan **F-mode**, dapat diketahui bahwa didalam log tersebut tercatat **koordinat lokasi** jalur penerbangan, titik **koordinat Home Point** (titik awal penerbangan), **ketinggian** selama penerbangan dan **kecepatan** dari UAV ketika melakukan penerbangan. Pada log didalam storage UAV, koordinat GPS dan data-data penerbangan tercatat setiap per milli second.

### 4.3.2 Skenario Kejahatan 1

Didalam skenario kejahatan 1 ini, bukti digital yang didapatkan akan sangat minim. Hal ini dikarenakan storage yang bisa dilakukan analisis hanya berupa file **gimbalStorage.001** dari hasil *imaging* kartu memori yang terdapat didalam kamera UAV.

Proses analisis dilakukan dengan melakukan konversi dari file yang terdapat didalam file *image* **gimbalStorage.001** dari hasil *imaging* kartu memori kamera UAV. Dari dalam *image* tersebut ditemukan beberapa gambar yang berpotensi menjadi bukti digital, file gambar tersebut berlokasi di **gimbalStorage.001/Partition 1/NONAME/[root]/DCIM/11MEDIA**. Dari lokasi tersebut kemudian beberapa file gambar di *export* dengan menggunakan tools **FTK Imager**. File gambar tersebut dapat dilihat pada gambar 4.28



**Gambar 4.28** File Gambar dari gimbalStorage.001

Analisis selanjutnya adalah dengan melakukan konversi ketiga file tersebut dengan menggunakan *tools image analysis* yang mana didalam penelitian ini menggunakan aplikasi **PhotoMe**. Dari aplikasi tersebut dapat diketahui informasi yang terdapat didalam metadata file-file gambar tersebut yang memungkinkan untuk dijadikan sebagai barang bukti digital. Informasi yang paling penting untuk didapatkan pada file gambar tersebut berupa waktu pembuatan dan informasi koordinat GPS dari pembuatan file gambar tersebut.

Pada file gambar pertama, hasil proses konversi dengan menggunakan aplikasi **PhotoMe** pada file gambar **DJI\_0085.JPG** dapat dilihat pada Gambar 4.29 Dibawah ini.

**Overview**

**File name:** C:\Users\puniyas\My Pictures\gambar dji\DJI\_0085.JPG  
**File type:** JPEG  
**File size:** 3.916,5 KB  
**Creation date:** 31/08/2016 11:31  
**Last modification:** 31/08/2016 18:31

**Make:** DJI  
**Camera:** FC300S  
**Software:** v01.23.4920

**Dimension:** 4000 x 2250 px (9 MP, 16:9)  
**Aperture:** F2.8  
**Program:** Normal program  
**Flash:** No flash function  
**Focal length:** 3.61 mm (equiv. 20 mm)  
**Exposure time:** 1/1669.4<sup>°</sup> (-0.34 EV)  
**Metering Mode:** Spot  
**ISO speed rating:** 100/21<sup>°</sup>  
**White Balance:** Auto

**Location:** S7.706763, E110.408254

---

**Image**

Field	Content	Tag-ID	Tag Name	Data Format
Image title	DCIM\100MEDIA\DJI_0085.JPG	010E	ImageDescription	ASCII(27)
Manufacturer	DJI	010F	Make	ASCII(30)
Image input equipment model	FC300S	0110	Model	ASCII(30)
Orientation of image	0° (top/left)	0112	Orientation	SHORT
Image resolution in width direction	72 dpi	011A	XResolution	RATIONAL
Image resolution in height direction	72 dpi	011B	YResolution	RATIONAL
Unit of X and Y resolution	inch	0128	ResolutionUnit	SHORT
Software	v01.23.4920	0131	Software	ASCII(24)
File change date and time	2016-08-31 11:31:37	0132	DateTime	ASCII(20)
Y and C positioning	Centered	0213	YCbCrPositioning	SHORT
Exif IFD Pointer	0x000000B6	8769	ExifIFDPointer	LONG
GPS IFD Pointer	0x000002AE	8825	GPSIFDPointer	LONG
Comment	0.9.138	9C9C	Microsoft.Comment	BYTE(128)
Keywords	N	9C9E	Microsoft.Keyword	BYTE(16)

**Thumbnail Info**

**Camera**

**GPS**

Field	Content	Tag-ID	Tag Name	Data Format
GPS tag version	Version 3.2	0000	GPSTagVersionID	BYTE(4)
North or South Latitude	South latitude	0001	GPSTLatitudeRef	ASCII(2)
Latitude	7° 42' 24.3476"	0002	GPSTLatitude	RATIONAL(3)
East or West Longitude	East longitude	0003	GPSTLongitudeRef	ASCII(2)
Longitude	110° 24' 29.7158"	0004	GPSTLongitude	RATIONAL(3)
Altitude reference	Sea level	0005	GPSTAltitudeRef	BYTE
Altitude	281.034 m	0006	GPSTAltitude	RATIONAL

**Gambar 4.29** Hasil Konversi File gambar DJI\_0085.JPG

Untuk file gambar kedua, proses konversi sama dengan yang dilakukan pada file gambar pertama yaitu dengan menggunakan aplikasi **PhotoMe** pada file gambar **DJI\_0085.JPG**. Hasil rincian dapat dilihat pada Gambar 4.30 Dibawah ini.

**Overview**

**File name:** C:\Users\puniyas\My Pictures\gambar dji\DJI\_0089.JPG  
**File type:** JPEG  
**File size:** 3.768,8 KB  
**Creation date:** 31/08/2016 11:32  
**Last modification:** 31/08/2016 18:32

**Make:** DJI  
**Camera:** FC300S  
**Software:** v01.23.4920

**Dimension:** 4000 x 2250 px (9 MP, 16:9)  
**Aperture:** F2.8  
**Program:** Normal program  
**Flash:** No flash function  
**Focal length:** 3.61 mm (equiv. 20 mm)  
**Exposure time:** 1/986.2" (-0.34 EV)  
**Metering Mode:** Spot  
**ISO speed rating:** 100/21°  
**White Balance:** Auto

**Location:** S7.70682, E110.40784

---

**Image**

Field	Content	Tag-ID	Tag Name	Data Format
Image title	DCIM\100MEDIA\DJI_0089.JPG	010E	ImageDescription	ASCII(27)
Manufacturer	DJI	010F	Make	ASCII(30)
Image input equipment model	FC300S	0110	Model	ASCII(30)
Orientation of image	0° (top/left)	0112	Orientation	SHORT
Image resolution in width direction	72 dpi	011A	XResolution	RATIONAL
Image resolution in height direction	72 dpi	011B	YResolution	RATIONAL
Unit of X and Y resolution	inch	0128	ResolutionUnit	SHORT
Software	v01.23.4920	0131	Software	ASCII(24)
File change date and time	2016-08-31 11:32:51	0132	DateTime	ASCII(20)
Y and C positioning	Centered	0213	YCbCrPositioning	SHORT
Exif IFD Pointer	0x000000B6	8769	ExifIFDPointer	LONG
GPS IFD Pointer	0x000002AE	8825	GPSIFDPointer	LONG
Comment	0.9.138	9C9C	Microsoft.Comment	BYTE(128)
Keywords	N	9C9E	Microsoft.Keyword	BYTE(16)

**Thumbnail Info**

**Camera**

**GPS**

Field	Content	Tag-ID	Tag Name	Data Format
GPS tag version	Version 3.2	0000	GPSVersionID	BYTE(4)
North or South Latitude	South latitude	0001	GPSLatitudeRef	ASCII(2)
Latitude	7° 42' 24.5521"	0002	GPSLatitude	RATIONAL(3)
East or West Longitude	East longitude	0003	GPSLongitudeRef	ASCII(2)
Longitude	110° 24' 28.2234"	0004	GPSLongitude	RATIONAL(3)
Altitude reference	Sea level	0005	GPSAltitudeRef	BYTE
Altitude	298.134 m	0006	GPSAltitude	RATIONAL

**Gambar 4.30** Hasil Konversi File gambar DJI\_0089.JPG

Untuk file gambar ketiga, proses ekstraksi sama dengan yang dilakukan pada file gambar sebelumnya yaitu dengan menggunakan aplikasi **PhotoMe** pada file gambar **DJI\_0091.JPG**. Hasil rincian dapat dilihat pada Gambar 4.31 Dibawah ini.

**Overview**

**File name:** C:\Users\puniyas\My Pictures\gambar dji\DJI\_0091.JPG  
**File type:** JPEG  
**File size:** 3.833,4 KB  
**Creation date:** 31/08/2016 11:35  
**Last modification:** 31/08/2016 18:35

**Make:** DJI  
**Camera:** FC300S  
**Software:** v01.23.4920

**Dimension:** 4000 x 2250 px (9 MP, 16:9)  
**Aperture:** F2.8  
**Program:** Normal program  
**Flash:** No flash function  
**Focal length:** 3.61 mm (equiv. 20 mm)  
**Exposure time:** 1/1996" (-0.34 EV)  
**Metering Mode:** Spot  
**ISO speed rating:** 100/21°  
**White Balance:** Auto

**Location:** S7.706889, E110.408258

---

**Image**

Field	Content	Tag-ID	Tag Name	Data Format
Image title	DCIM\100MEDIA\DJI_0091.JPG	010E	ImageDescription	ASCII(27)
Manufacturer	DJI	010F	Make	ASCII(30)
Image input equipment model	FC300S	0110	Model	ASCII(30)
Orientation of image	0° (top/left)	0112	Orientation	SHORT
Image resolution in width direction	72 dpi	011A	XResolution	RATIONAL
Image resolution in height direction	72 dpi	011B	YResolution	RATIONAL
Unit of X and Y resolution	inch	0128	ResolutionUnit	SHORT
Software	v01.23.4920	0131	Software	ASCII(24)
File change date and time	2016-08-31 11:35:01	0132	DateTime	ASCII(20)
Y and C positioning	Centered	0213	YCbCrPositioning	SHORT
Exif IFD Pointer	0x000000B6	8769	ExifIFDPointer	LONG
GPS IFD Pointer	0x000002AE	8825	GPSIFDPointer	LONG
Comment	0.9.138	9C9C	Microsoft.Comment	BYTE(128)
Keywords	N	9C9E	Microsoft.Keyword	BYTE(16)

**Thumbnail Info**

**Camera**

**GPS**

Field	Content	Tag-ID	Tag Name	Data Format
GPS tag version	Version 3.2	0000	GPSTagVersionID	BYTE(4)
North or South Latitude	South latitude	0001	GPSTLatitudeRef	ASCII(2)
Latitude	7° 42' 24.8021"	0002	GPSTLatitude	RATIONAL(3)
East or West Longitude	East longitude	0003	GPSTLongitudeRef	ASCII(2)
Longitude	110° 24' 29.7294"	0004	GPSTLongitude	RATIONAL(3)
Altitude reference	Sea level	0005	GPSTAltitudeRef	BYTE
Altitude	286.434 m	0006	GPSTAltitude	RATIONAL

**Gambar 4.31** Hasil Konversi File gambar DJI\_0091.JPG

Dari hasil konversi ketiga file tersebut, ditemukan beberapa informasi didalam metadata hasil konversi yang memungkinkan untuk dijadikan sebagai bukti digital. Adapun informasi tersebut berupa ukuran file, lokasi file asal, resolusi file gambar, kamera yang digunakan, waktu pembuatan file, lokasi koordinat pembuatan file, dan jarak ketinggian file dibuat. Secara rinci, detail informasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.19

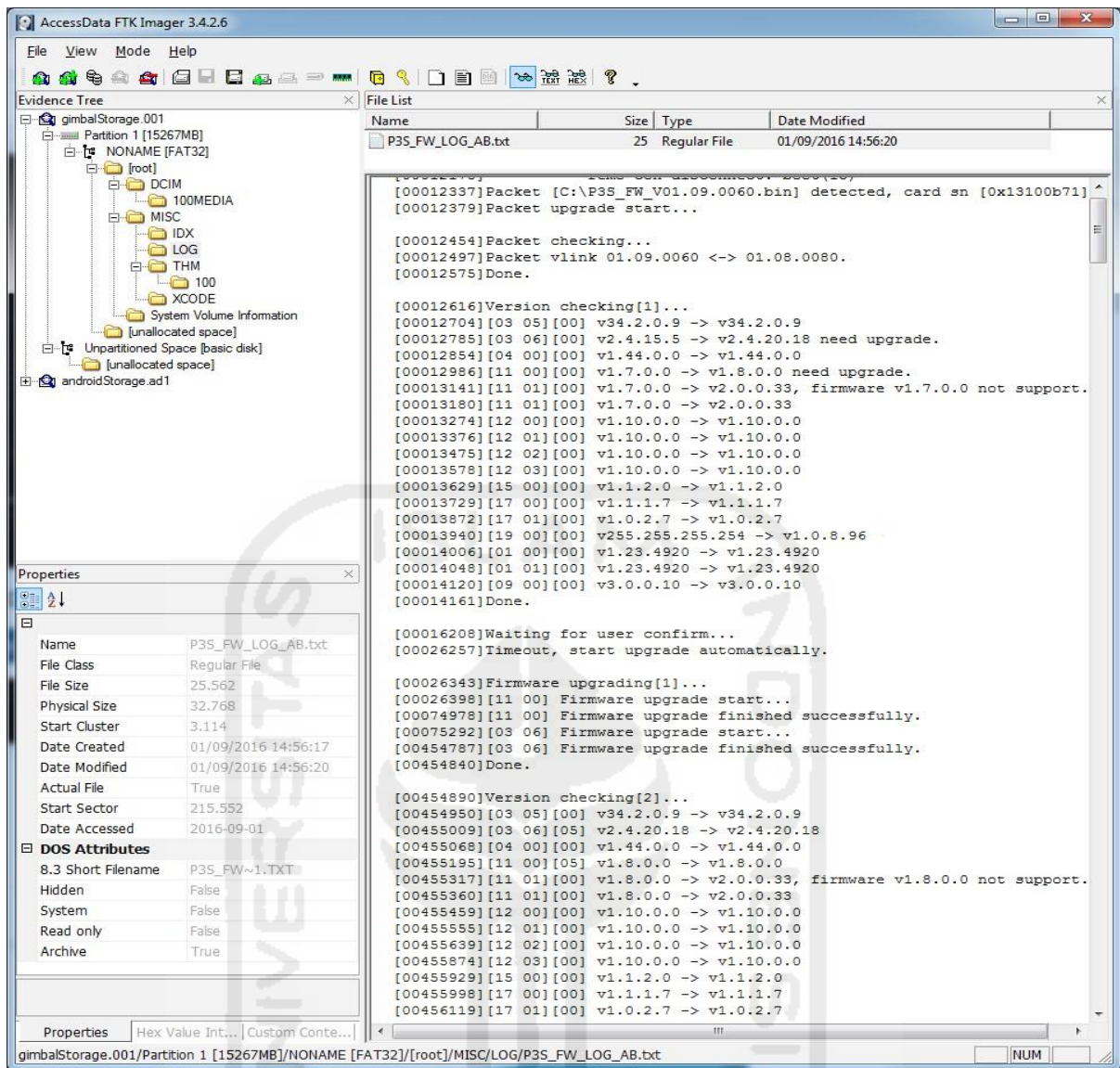


**Tabel 4.19** Detail Informasi File Gambar pada Skenario Kejahatan 1

Informasi	File Sumber		
	DJI_0085.JPG	DJI_0089.JPG	DJI_0091.JPG
Nilai Hash (MD5)	a28ebbf476b8d058523db23f9dc65f8d	0427a7c4f38c4a7504bb2a11ab62af12	fdc58575c95bc1b2c6c6da623943c77a
Nilai Hash (SHA1)	1894c23669a5e40214d393e043dd2a271d7a6381	63800df457c642bce7a54c4164fe7ec1d1175203	dd93bc75d437296d43765e1f3a52780a1fa49df8
Lokasi file asal	DCIM\100MEDIA\DJI_0085.JPG	DCIM\100MEDIA\DJI_0089.JPG	DCIM\100MEDIA\DJI_0091.JPG
Resolusi file	4000 x 2250 px (9 MP, 16:9)	4000 x 2250 px (9 MP, 16:9)	4000 x 2250 px (9 MP, 16:9)
Jenis kamera	FC300S	FC300S	FC300S
Tanggal pembuatan file	31/08/2016	31/08/2016	31/08/2016
Waktu pembuatan file	11:31:37	11:31:51	11:35:01
Koordinat Latitude	7° 42' 24.3476''	7° 42' 24.5521''	7° 42' 24.8021''
Koordinat Longitude	110° 24' 29.7158''	110° 24' 28.2234''	110° 24' 29.7294''
Ketinggian pembuatan file	281.304m	298.134m	286.434m

Dari hasil informasi tersebut akan menjawab pertanyaan tentang 5W+1H pada skenario kejahatan 1 ini. Adapun yang memungkinkan untuk dijawab yaitu apa yang dilakukan tersangka?, Dimana kejadian tersebut dilakukan?, kapan kejahatan terjadi?, mengapa kejahatan bisa terjadi? Dan bagaimana kejahatan tersebut berjalan?. Bagian yang tidak bisa terjawab didalam skenario ini adalah siapa yang melakukan kejahatan tersebut, hal ini dikarenakan minimnya barang bukti yang memungkinkan untuk dianalisa untuk mendapatkan informasi. Jawaban pertanyaan pada skenario kasus kejahatan ini akan dibahas pada bagian presentasi dalam penelitian ini.

Selain dari informasi yang terdapat didalam file gambar pada kartu memori kamera UAV, juga didapatkan temuan menarik. Temuan tersebut merupakan log informasi *upgrade firmware* yang dilakukan pada UAV. Log tersebut tersimpan didalam file **P3S\_FW\_LOG\_AB.txt** yang terdapat didalam direktori **gimbalStorage.001/Partition 1/NONAME/[root]/MISC/LOG/ P3S\_FW\_LOG\_AB.txt**. informasi tersebut didapatkan dengan melakukan *export* file **P3S\_FW\_LOG\_AB.txt** dengan menggunakan tools FTK Imager. Detail informasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.32



**Gambar 4.32** Detail Informasi Log Upgrade Firmware UAV

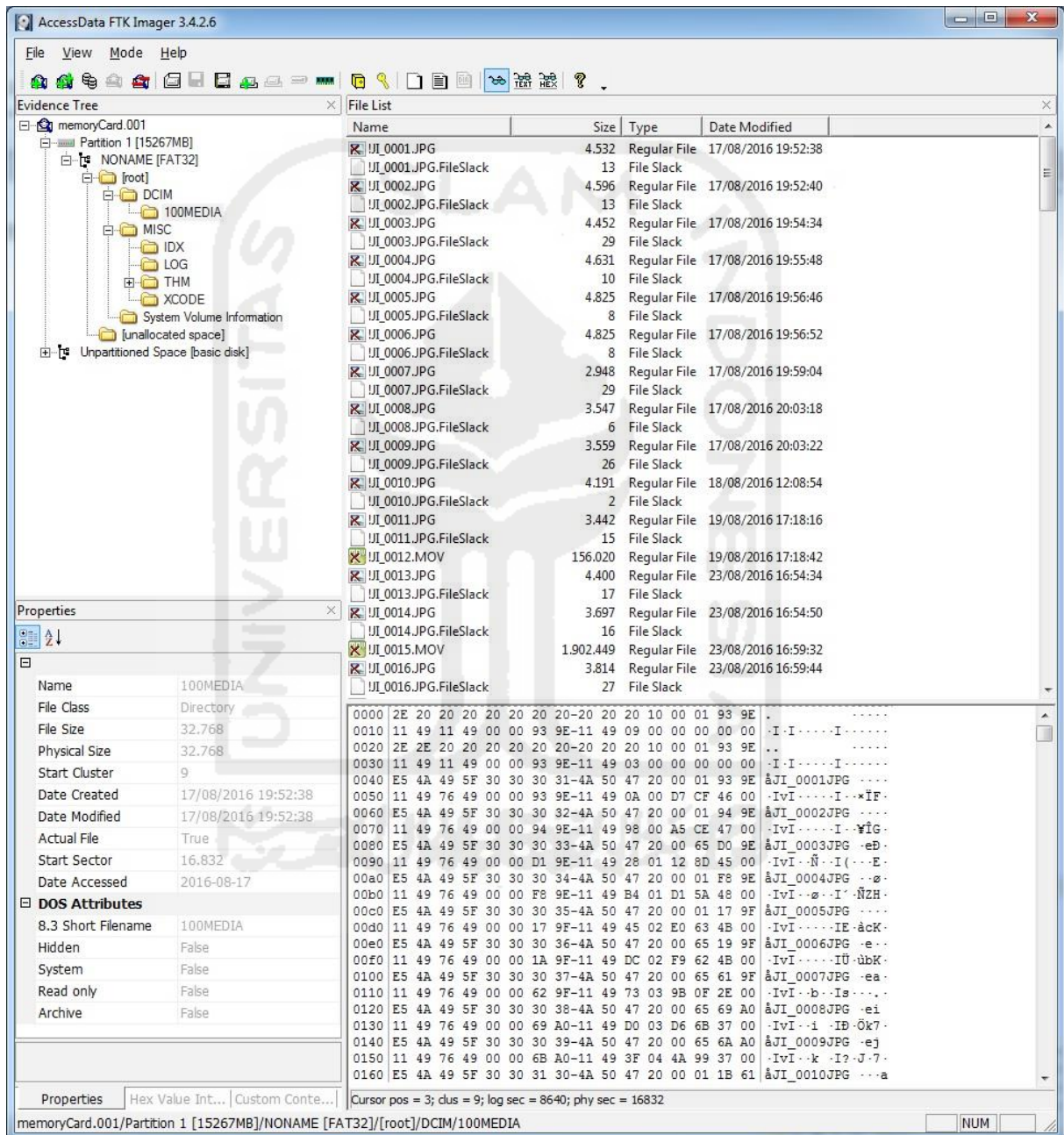
Dari hasil log tersebut dapat diketahui UAV melakukan *upgrade firmware* dari file **P3S\_FW\_V01.09.0060.bin** yang tersimpan didalam kartu memori UAV. Firmware berhasil diperbarui ke versi v3.0.0.10 pada tanggal 2016.08.18 pukul 11:59:38.

### 4.3.3 Skenario Kejahatan 2

Didalam skenario kejahatan 2 ini terdapat dua file *image* sebagai sumber untuk dilakukan analisis. File image tersebut berupa file *image* kartu memori kamera UAV, *storage* awak pesawat UAV dan *storage* kontroler (*smartphone*). Adapun tahapan analisis image sumber yang akan dilakukan, yaitu sebagai berikut:

### 4.3.3.1 Analisis file image kartu memori kamera UAV

Langkah pertama dalam melakukan analisis yaitu dengan melakukan investigasi file *image* dari kartu memori kamera yang memiliki kemungkinan untuk dimodifikasi paling mudah dan tinggi. Analisis dilakukan menggunakan aplikasi **FTK Imager** pada file image **memoriCard.001** hasil dari akuisisi kartu memori kamera UAV. Detail informasi yang menggunakan aplikasi FTK Imager tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.33



Gambar 4.33 Detail Informasi file Image memoryCard.001

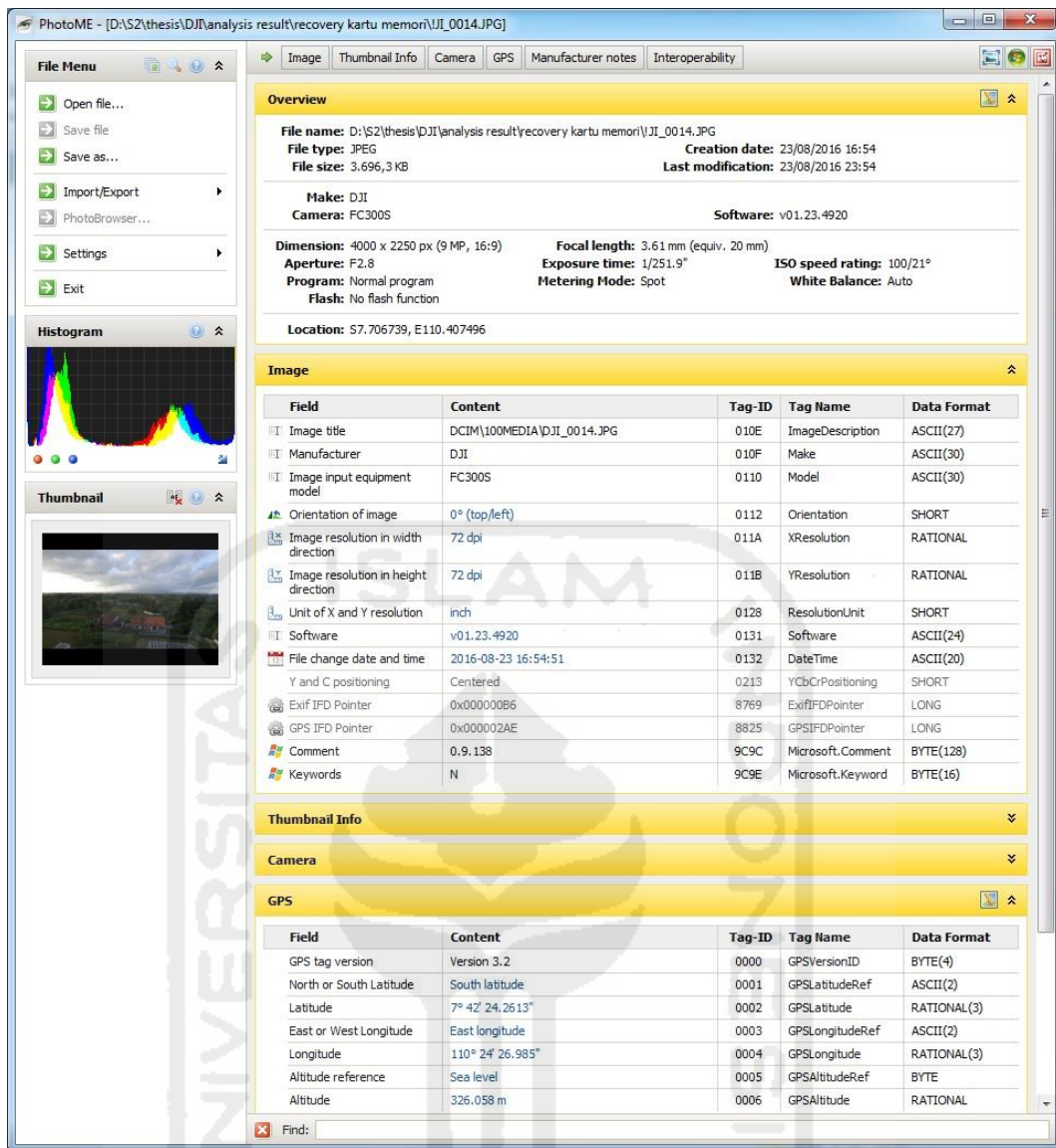
Dari aplikasi tersebut diketahui bahwa keseluruhan file didalam **direktori DCIM/100MEDIA telah dihapus**. File-file yang dihapus tersebut berupa file gambar dan video yang diambil dengan menggunakan kamera UAV. Dengan menggunakan aplikasi **FTK**

**Imager**, beberapa file yang terhapus tersebut dapat dipulihkan (*recovery*). Akan tetapi file yang dibuat pada tanggal kejadian kejahatan, yaitu pada tanggal 31 Agustus 2016 tidak dapat dipulihkan. Adapun salah satu file yang dapat dipulihkan, yaitu file **!JI\_0014.JPG** yang dapat dilihat pada Gambar 4.34 berikut



**Gambar 4.34** file !JI\_0014.JPG

Dengan melakukan proses konversi metadata menggunakan *tools image analysis* yang dalam penelitian ini menggunakan aplikasi **PhotoMe**. Dapat diketahui informasi yang terdapat didalam metadata file **!JI\_0014.JPG** tersebut. Hasil informasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.35



Gambar 4.35 Hasil Konversi Metadata File !JI\_0014.JPG

Dari hasil penggunaan aplikasi **PhotoMe** tersebut, dicatat informasi yang dianggap berguna sebagai barang bukti digital dari file tersebut. Informasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.20

Tabel 4.20 Detail Informasi File !JI\_0014.JPG

Informasi	Keterangan
Nilai Hash (MD5)	3ed557ad62035869e3df3ad38cfef3dc
Nilai Hash (SHA1)	ad335021c2879cf885f0394d5a65d71505335e39
Nama File	!JI_0014.JPG
Lokasi file asal	DCIM\100MEDIA\ DJI_0014.JPG
Resolusi file	4000 x 2250 px (9 MP, 16:9)

**Tabel 4.20** Detail Informasi File !JI\_0014.JPG (Lanjutan)

Informasi	Keterangan
Jenis kamera	FC300S
Tanggal pembuatan file	23/08/2016
Waktu pembuatan file	16:54:51
Koordinat Latitude	7° 42' 24.2613''
Koordinat Longitude	110° 24' 26.985''
Ketinggian pembuatan file	326.058m (diatas permukaan laut)

Dari hasil analisis pada kartu memori kamera dapat diketahui bahwa memang UAV pernah mengambil gambar/video pada tanggal 31 Agustus 2016. Akan tetapi file gambar pada tanggal tersebut **tidak berhasil dipulihkan** dari kartu memori kamera UAV. Selain dari file gambar dan video, didalam kartu memori kamera UAV juga terdapat informasi *upgrade firmware* UAV tersimpan didalam file **P3S\_FW\_LOG\_AB.txt** pada direktori **memoryCard.001/Partition 1/NONAME/[root]/MISC/LOG/P3S\_FW\_LOG\_AB.txt**. Informasi pada file **P3S\_FW\_LOG\_AB.txt** dapat dilihat pada Gambar 4.36 Berikut

```
[00012178]===== remo-con disconnect. boot(15) =====
[00012337]Packet [C:\P3S_FW_V01.09.0060.bin] detected, card sn [0x13100b71].
[00012379]Packet upgrade start...

[00012454]Packet checking...
[00012497]Packet vlink 01.09.0060 <-> 01.08.0080.
[00012575]Done.

[00012616]Version checking[1]...
[00012704][03 05][00] v34.2.0.9 -> v34.2.0.9
[00012785][03 06][00] v2.4.15.5 -> v2.4.20.18 need upgrade.
[00012854][04 00][00] v1.44.0.0 -> v1.44.0.0
[00012986][11 00][00] v1.7.0.0 -> v1.8.0.0 need upgrade.
[00013141][11 01][00] v1.7.0.0 -> v2.0.0.33, firmware v1.7.0.0 not support.
[00013180][11 01][00] v1.7.0.0 -> v2.0.0.33
[00013274][12 00][00] v1.10.0.0 -> v1.10.0.0
[00013376][12 01][00] v1.10.0.0 -> v1.10.0.0
[00013475][12 02][00] v1.10.0.0 -> v1.10.0.0
[00013578][12 03][00] v1.10.0.0 -> v1.10.0.0
[00013629][15 00][00] v1.1.2.0 -> v1.1.2.0
[00013729][17 00][00] v1.1.1.7 -> v1.1.1.7
[00013872][17 01][00] v1.0.2.7 -> v1.0.2.7
[00013940][19 00][00] v255.255.255.254 -> v1.0.8.96
[00014006][01 00][00] v1.23.4920 -> v1.23.4920
[00014048][01 01][00] v1.23.4920 -> v1.23.4920
[00014120][09 00][00] v3.0.0.10 -> v3.0.0.10
[00014161]Done.

[00016208]Waiting for user confirm...
[00026257]Timeout, start upgrade automatically.

[00026343]Firmware upgrading[1]...
[00026398][11 00] Firmware upgrade start...
[00074978][11 00] Firmware upgrade finished successfully.
[00075292][03 06] Firmware upgrade start...
[00454787][03 06] Firmware upgrade finished successfully.
[00454840]Done.

[00454890]Version checking[2]...
[00454950][03 05][00] v34.2.0.9 -> v34.2.0.9
[00455009][03 06][05] v2.4.20.18 -> v2.4.20.18
[00455068][04 00][00] v1.44.0.0 -> v1.44.0.0
[00455195][11 00][05] v1.8.0.0 -> v1.8.0.0
[00455317][11 01][00] v1.8.0.0 -> v2.0.0.33, firmware v1.8.0.0 not support.
```

**Gambar 4.36** Informasi Pada file P3S\_FW\_LOG\_AB.txt

Dari file tersebut dapat diketahui UAV melakukan *upgrade firmware* dari file **P3S\_FW\_V01.09.0060.bin** yang tersimpan didalam kartu memori UAV. Firmware berhasil diperbarui ke versi v3.0.0.10 pada tanggal 2016.08.18 pukul 11:59:38.

#### 4.3.3.2 Analisis file image storage awak pesawat UAV

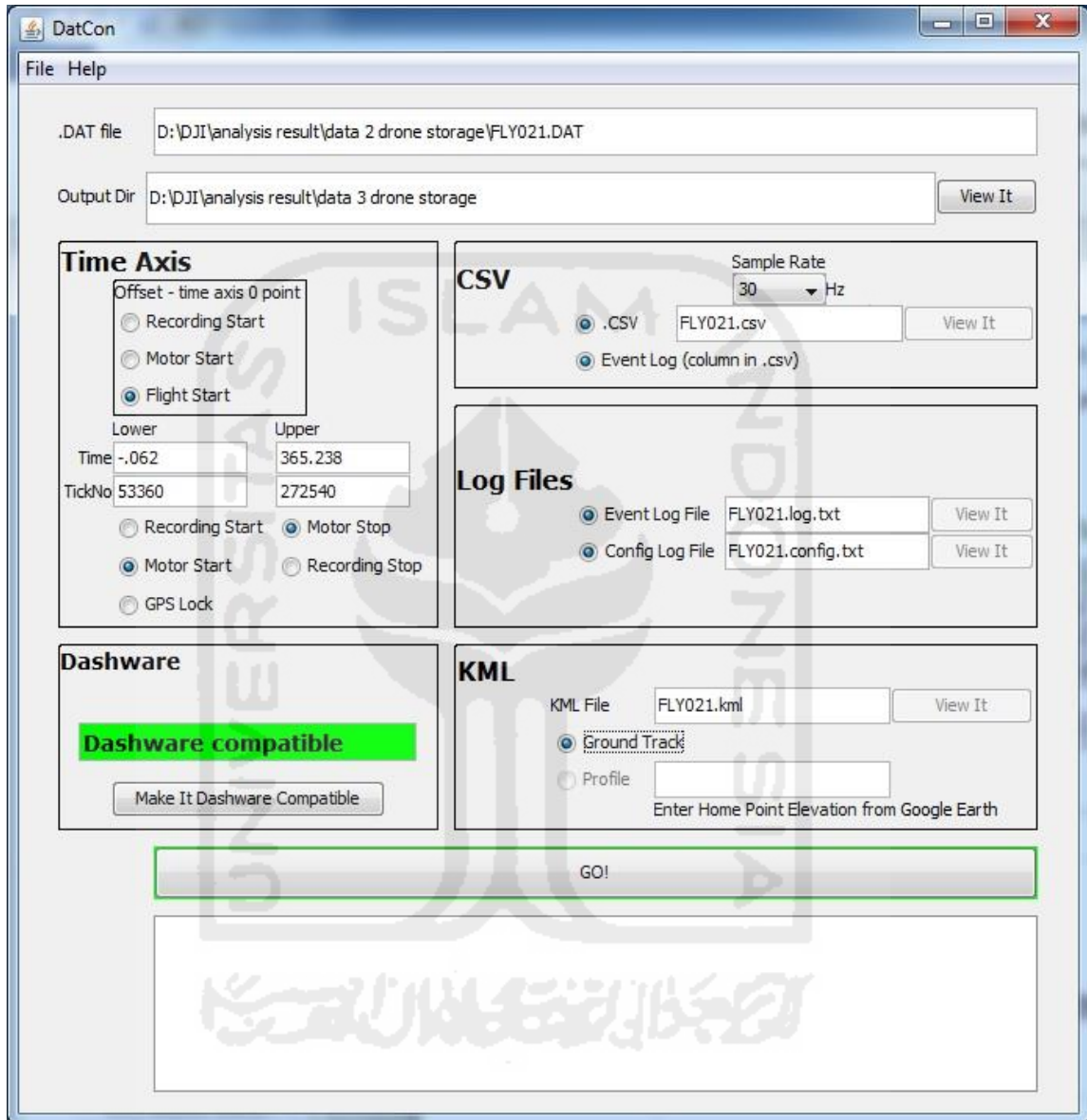
Dengan menggunakan aplikasi **FTK Imager**, didalam file *image storage* awak pesawat UAV terdapat file log dengan ekstensi **.DAT**. **file log secara otomatis di buat oleh sistem UAV tanpa bisa dilakukan modifikasi oleh pengguna**. File log tersebut berguna untuk mencatat data mengenai penerbangan selama UAV diterbangkan. Masih dengan menggunakan aplikasi **FTK Imager**, file log tersebut kemudian di *export* keluar untuk selanjutnya dilakukan proses analisis dengan menggunakan tool yang bisa melakukan ekstraksi data pada dile dengan ekstensi **.DAT**. Hasil dari penggunaan aplikasi **FTK Imager** pada *image storage* awak pesawat UAV dapat dilihat pada Gambar 4.37

Name	Size	Type	Date Modified
FLY000.DAT	3.264	Regular File	22/07/2016 13:42:02
FLY001.DAT	8.320	Regular File	22/07/2016 13:42:02
FLY002.DAT	252.608	Regular File	17/08/2016 19:44:16
FLY003.DAT	62.304	Regular File	18/08/2016 11:07:42
FLY004.DAT	14.144	Regular File	18/08/2016 11:07:42
FLY005.DAT	32.416	Regular File	18/08/2016 11:07:42
FLY006.DAT	96.992	Regular File	18/08/2016 11:50:16
FLY007.DAT	17.376	Regular File	18/08/2016 11:59:32
FLY008.DAT	90.176	Regular File	18/08/2016 12:03:52
FLY009.DAT	8.864	Regular File	18/08/2016 12:13:12
FLY010.DAT	105.888	Regular File	19/08/2016 17:18:58
FLY011.DAT	12.736	Regular File	23/08/2016 16:50:36
FLY012.DAT	15.872	Regular File	23/08/2016 16:51:08
FLY013.DAT	203.424	Regular File	23/08/2016 16:53:04
FLY014.DAT	21.600	Regular File	23/08/2016 17:10:48
FLY015.DAT	28.736	Regular File	24/08/2016 10:30:50
FLY016.DAT	14.400	Regular File	27/08/2016 16:24:52
FLY017.DAT	211.264	Regular File	27/08/2016 16:26:56
FLY018.DAT	86.848	Regular File	29/08/2016 15:58:08
FLY019.DAT	232.544	Regular File	29/08/2016 16:44:58
FLY020.DAT	7.312	Regular File	29/08/2016 21:37:50
FLY020.DAT.FileSlack	16	File Slack	
FLY021.DAT	169.056	Regular File	31/08/2016 11:29:10
FLY022.DAT	202.656	Regular File	31/08/2016 16:59:22
FLY023.DAT	5.676	Regular File	31/08/2016 22:04:24
FLY023.DAT.FileSlack	20	File Slack	
FLY024.DAT	13.216	Regular File	31/08/2016 22:04:24
FLY025.DAT	4.444	Regular File	01/09/2016 14:56:08
SYS.DJI	1	Regular File	31/08/2016 22:04:24
SYS.DJI.FileSlack	32	File Slack	

**Gambar 4.37** Penggunaan FTKImager pada Image Storage UAV

Langkah selanjutnya, file log tersebut kemudian di *export* keluar untuk melanjutkan investigasi dengan melakukan ekstraksi data berharga dari file dengan ekstensi **.DAT** tersebut. Adapun file log yang akan di ekstraksi dalam skenario ini yaitu file **FLY021.DAT** menggunakan aplikasi **DatCon** untuk membaca dan menampilkan informasi konfigurasi dan

*event log* didalam file .DAT ke dalam bentuk file dengan format .txt pada saat melakukan penerbangan. File .txt tersebut di ambil untuk mengetahui informasi konfigurasi mode penerbangan yang dilakukan oleh UAV. Detail tentang penggunaan aplikasi DatCon dapat dilihat pada Gambar 4.38



**Gambar 4.38** Penggunaan Aplikasi DatCon Pada File FLY021.DAT

Setelah melakukan ekstraksi file **FLY021.DAT** menggunakan aplikasi **DatCon** tersebut, dihasilkan file **FLY021.log.txt** yang berisikan *event log* pada UAV selama melakukan penerbangan. Untuk lebih detail hasil *event log* file **FLY021.log.txt** dapat dilihat pada Gambar 4.39



```

FLY021.log - Notepad
File Edit Format View Help
.000 : 53360 : 4236 [M.Start]ACT.Takeoff
.020 : 53372 : 4237 [IOC.CL ] -170.4 Degree
.020 : 53372 : 4237 [TO.ALT ] 254.934021
.020 : 53372 : 4237 -7.7065394 110.4079855 274.93 Home Point
.020 : 53372 : 4237 [LED] changed: set home
1.520 : 54272 : 4312 [LED] changed: normal led
2.000 : 54560 : 4336 [Ctrl<6>] REQ_APP_WM610 AUTO_TAKEOFF_HOLD
ctrl_auto_takeoff
4.940 : 56324 : 4483 CTRL reset all by reach target height.
4.960 : 56336 : 4484 [Ctrl<1>] REQ_RC_NORMAL ATTI ctrl_atti
5.093 : 56416 : 4490 Eeprom write offset:330
11.093 : 60016 : 4790 Eeprom write offset:330
353.177 : 265266 : 21894 Eeprom write offset:330
359.175 : 268865 : 22194 Eeprom write offset:330
365.300 : 272540 : 22501 [M. Stop]landing.RC_Thr
365.300 : 272540 : 22501 Motor Start 1 Total 365.30
365.300 : 272540 : 22501 CTRL reset all by motor stopped

```

**Gambar 4.39** Hasil Event Log file FLY021.log.txt

Dari *event log* tersebut dapat diketahui koordinat awal penerbangan (*home point*), mode penerbangan yang digunakan, cara lepas landas yang digunakan, dan durasi penggunaan UAV. Hasil detail dari ekstraksi file **FLY021.log.txt** dapat dilihat pada tabel 4.21 berikut:

**Tabel 4.21** Rincian File FLY021.log.txt

Nama	FLY021.log.txt
Home Point	-7.7065394 (Latitude)
	110.4079855 (Longitude)
Attitude Control	Attitude
Mode Take Off	Auto
Durasi Motor	365.30 detik

Selain event log, hasil ekstraksi file **FLY021.DAT** juga didapatkan log data selama penerbangan dilakukan yang dapat dilihat pada file **FLY021.csv**. Didalam file tersebut tercatat segala informasi pada saat UAV melakukan penerbangan. Pada Tabel 4.22 dapat dilihat sebagian data dari hasil ekstraksi data penerbangan pada file **FLY021.csv**

**Tabel 4.22** Contoh Data Informasi Penerbangan pada file FLY021.csv

Flight Time (msec)	Longitude	Latitude	Gps Health	Baro Alt(m)	vpsHeight(M)	Accel (M/S2)	Gyro (degrees/s)	Distance (m)	BatteryTemp (C)	Rated Capacity (%)	Total Volts	Watts
700	110.40798	-7.706539	4	254.91	0.1257959	1.0156897	0.39447558	0.01753	87	100	31.0	3835.0
700	110.40798	-7.706539	4	254.92	0.12912652	1.0135381	0.60422075	0.01755	87	100	31.0	3835.0
800	110.40798	-7.706539	4	254.92	0.13238092	1.0165043	0.94647944	0.01757	87	100	31.0	3835.0
800	110.40798	-7.706539	4	254.92	0.1332388	1.0143458	1.3352087	0.01756	87	100	31.0	3835.0
800	110.40798	-7.7065393	4	254.93	0.13513184	1.0178205	1.2244554	0.01758	87	100	31.0	3835.0
900	110.40798	-7.706539	4	254.93	0.13753308	1.0141678	1.4750313	0.02310	87	100	31.0	3835.0
900	110.40798	-7.706539	4	254.93	0.13862659	1.0156869	1.0694399	0.02309	87	100	31.0	3835.0
900	110.40798	-7.706539	4	254.93	0.14049888	1.0150012	0.68771815	0.02307	87	100	31.0	3835.0
1000	110.40798	-7.70653	4	254.93	0.1413704	1.0137736	0.46882504	0.02305	87	100	31.0	3835.0
1000	110.40798	-7.706539	4	254.93	0.14261723	1.0168304	0.636612	0.02301	87	100	31.0	3835.0
1000	110.40798	-7.706539	4	254.93	0.14358126	1.0124851	0.98065436	0.02297	87	100	31.0	3835.0
1100	110.40798	-7.706539	4	254.94	0.1445935	1.0157601	0.78940815	0.02294	87	100	31.0	3835.0
1100	110.40798	-7.706539	4	254.94	0.14569451	1.0147173	0.4288074	0.02290	87	100	31.0	3835.0
1100	110.40798	-7.706539	4	254.94	0.14612217	1.0138004	0.6673116	0.02280	87	100	31.0	3835.0
1200	110.40798	-7.706539	4	254.94	0.14550781	1.0139841	0.2276904	0.02194	87	100	31.0	3835.0

Dari Tabel 4.22 dapat dilihat sebagian kecil dari data penerbangan yang terdapat didalam file **FLY021.csv**, keseluruhan tabel yang tercatat didalam log tersebut sebanyak 10439 baris didalam format .csv. Untuk penjelasan mengenai data penerbangan didalam log tersebut, yaitu:

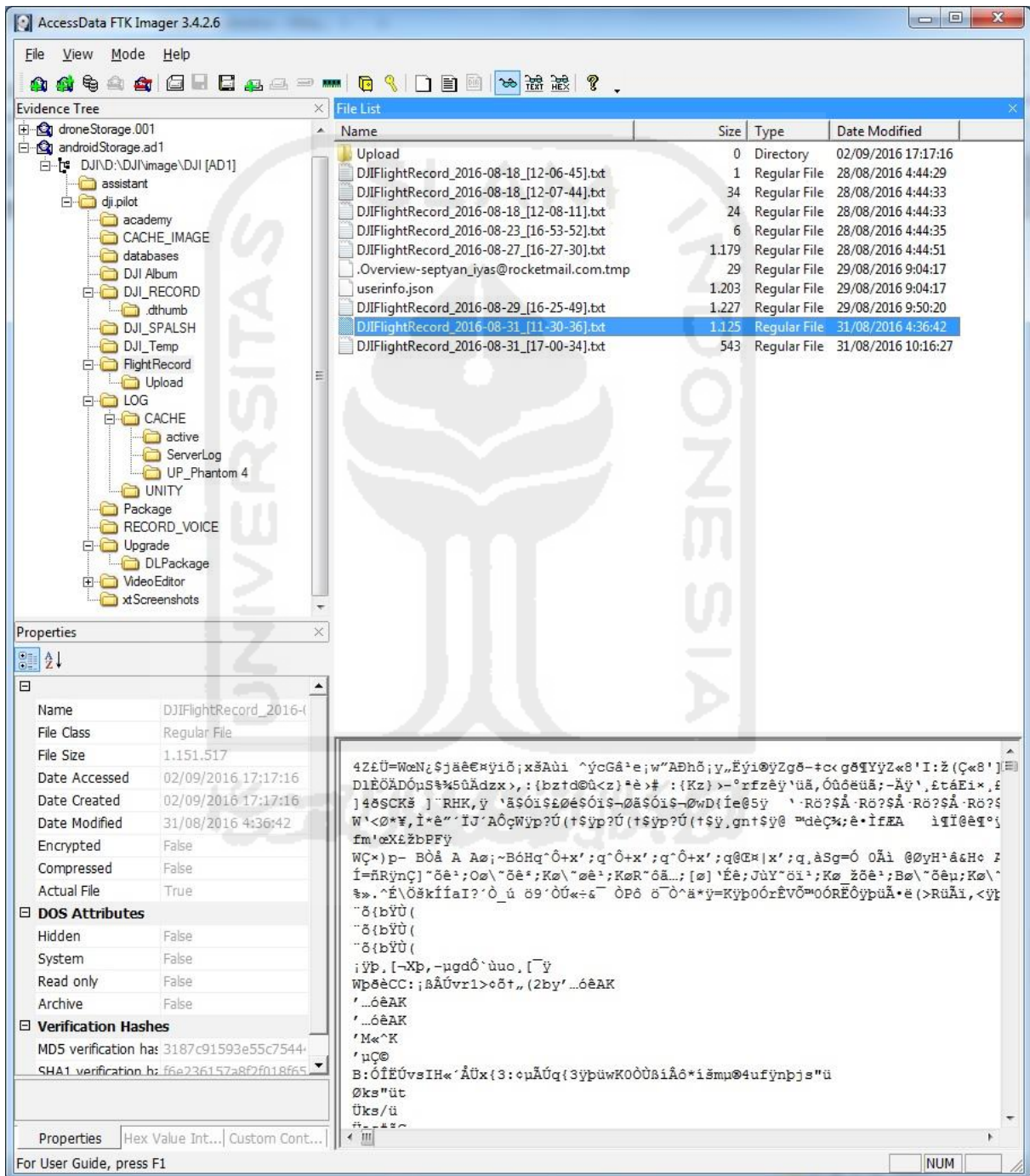
- ✓ Flight Time : waktu selama penerbangan dilakukan yang dicatat setiap mili second.
- ✓ Longitude : titik koordinat garis bujur yang dicatat sistem GPS UAV
- ✓ Latitude : titik koordinat garis lintang yang dicatat sistem GPS UAV
- ✓ GPS Health : rentang kekuatan sinyal GPS yang diterima UAV dengan rentang antara 1 sampai dengan 5.
- ✓ BaroAlt : tingkat ketinggian penerbangan UAV berdasarkan barometer sistem UAV dengan satuan meter dari titik permukaan laut.
- ✓ Vps Height : tingkat ketinggian UAV dengan satuan meter dari permukaan tanah
- ✓ Accel : percepatan fisik UAV yang di ukur oleh accelerometer sistem UAV dengan satuan meter/S<sup>2</sup>
- ✓ Gyro : kecepatan sudut rotasi dengan satuan derajat/detik
- ✓ Distance : jarak penerbangan UAV dari titik Home Point dengan satuan meter
- ✓ Battery Temp : temperatur baterai UAV selama penerbangan dengan satuan derajat celcius
- ✓ RatedCapacity : kapasitas dari baterai UAV selama penerbangan dalam persen
- ✓ Total Volts : voltase yang diterima sistem UAV dari baterai
- ✓ Watts : daya yang diterima sistem UAV dari baterai

Dari informasi tersebut, diketahui didalam *storage* awak pesawat UAV menyimpan koordinat jalur penerbangannya. Jalur penerbangan akan sangat berguna untuk membuktikan bahwa UAV pernah diterbangkan pada area dilaporkannya tindak kejahatan. Untuk jalur penerbangan yang dilakukan pada skenario ini akan ditampilkan pada bagian presentasi skenario kejahatan 2.

#### 4.3.3.3 Analisis file image storage kontroler (smartphone)

Fokus utama dari investigasi file **androidStorage.ad1** adalah dengan menemukan file gambar/video serta file penting lainnya yang dibuat pada **tanggal 31 Agustus 2016** sesuai

dengan laporan tindak kejahatan. Proses pencarian file berharga masih sama dengan proses sebelumnya, yaitu dengan menggunakan aplikasi **FTK Imager**. File yang dianggap berpotensi sebagai barang bukti digital di *export* untuk kemudian dilakukan proses ekstraksi ataupun konversi informasi berharga dari file sumber tersebut. Penggunaan aplikasi **FTK Imager** untuk pencarian file berharga pada file *image storage* kontroler (*smartphone*) dapat dilihat pada Gambar 4.40



**Gambar 4.40** Penggunaan FTK Imager pada file androidStorage.ad1

Hasil pencarian didapatkan file log penerbangan dengan ekstensi .txt yang berpotensi memiliki bukti digital. File tersebut tersimpan didalam direktori **androidStorage.ad1/DJI\D:\image\DJI[AD1]/dji.pilot/FlightRecord/DJIFlightRecord\_2016-08-31\_[11-30-36].txt**. dari direktori tersebut kemudian di *export* satu file log penerbangan untuk dilakukan proses ekstraksi data dari log tersebut. File yang di *export* tersebut adalah file **DJIFlightRecord\_2016-08-31\_[11-30-36].txt**

Proses ekstraksi data pada file **DJIFlightRecord\_2016-08-31\_[11-30-36].txt** dalam penelitian ini menggunakan aplikasi berbasis web yang terdapat pada alamat **www.healthydrones.com**. Hasil ekstraksi dapat dilihat pada gambar 4.41



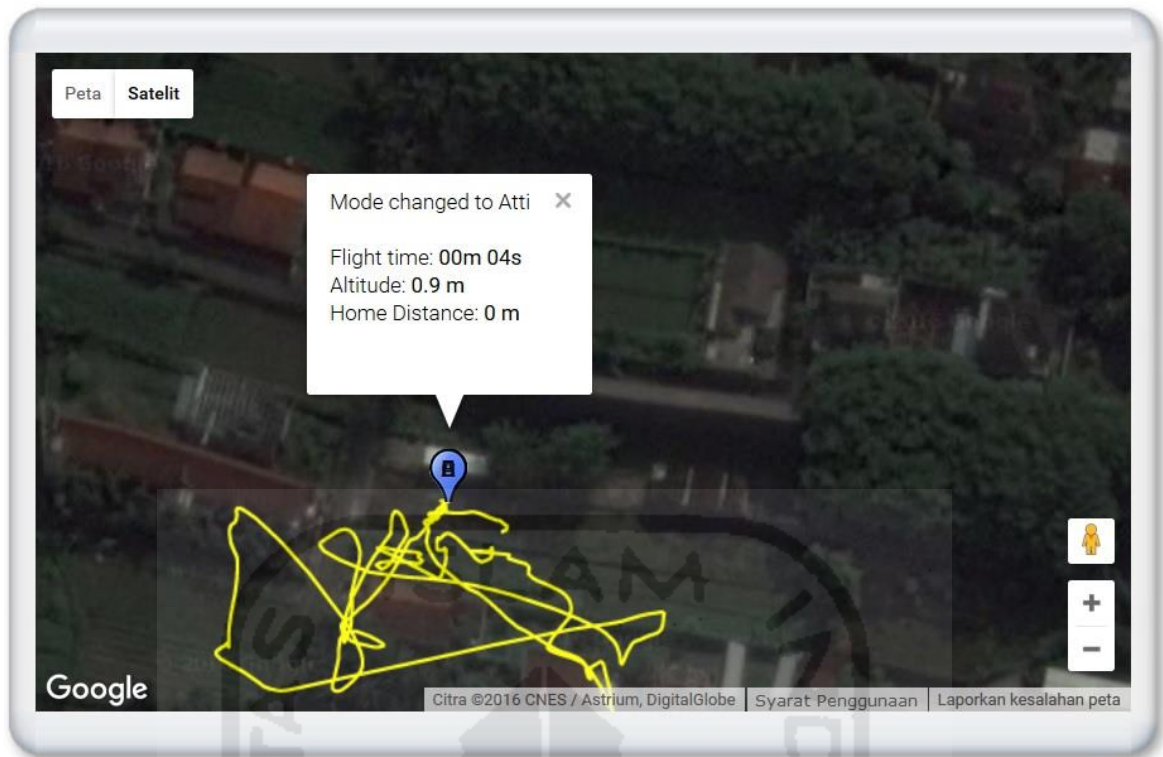
**Gambar 4.41** Hasil Ekstraksi file DJIFlightRecord\_2016-08-31\_[11-30-36].txt

Pada bagian *overview* dalam *tools* pada alamat web **www.healtdrones.com** dapat diketahui informasi-informasi penting yang terdapat didalam file **DJIFlightRecord\_2016-08-31\_[11-30-36].txt**. Adapun informasi tersebut akan dijelaskan sebagai berikut:

- ✓ Waktu penerbangan, yaitu pada tanggal **31 Agustus 2016 pukul 11.30 AM**
- ✓ Jalur penerbangan UAV
- ✓ Nama awak pesawat UAV, yaitu “**puniyas**”
- ✓ Durasi penerbangan diudara selama 6 menit 1 detik
- ✓ Kapasitas baterai pada saat take off sebesar 87%
- ✓ Versi sorftware penerbangan yang terpasang pada smartphone yaitu DJI versi 2.8.4
- ✓ Total jarak yang ditempuh, yaitu sejauh 564 meter
- ✓ Jarak maksimum penerbangan, yaitu sejauh 50 meter
- ✓ Ketinggian maksimal penerbangan setinggi 46,9 meter
- ✓ Kecepatan maksimal yaitu 8,49 meter/detik
- ✓ Temperatur maksimal baterai sebesar 41,95° Celcius
- ✓ Gambar yang diambil selama penerbangan

Selain dari informasi yang dijelaskan di atas, pada bagian Detail dalam *tools* analisis data penerbangan tersebut juga dapat diketahui koordinat GPS dan alamat dari *home point* penerbangan yang dilakukan UAV. Koordinat *home point* penerbangan diketahui berada pada alamat **Gang Rambutan, Sardonoharjo, Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55581, Indonesia** dengan titik koordinat GPS **-7.706539,110.407985** setinggi 271.1 meter di atas permukaan laut.

Dengan menggunakan aplikasi analisis data penerbangan pada **www.healtdrones.com**, informasi yang didapatkan selain informasi yang berpotensi sebagai barang bukti digital, informasi lain tentang parameter penerbangan juga dapat ditemukan. Adapun beberapa informasi tersebut seperti notifikasi koordinat lokasi setiap perubahan *event* penerbangan yang dapat dilihat pada Gambar 4.42 berikut

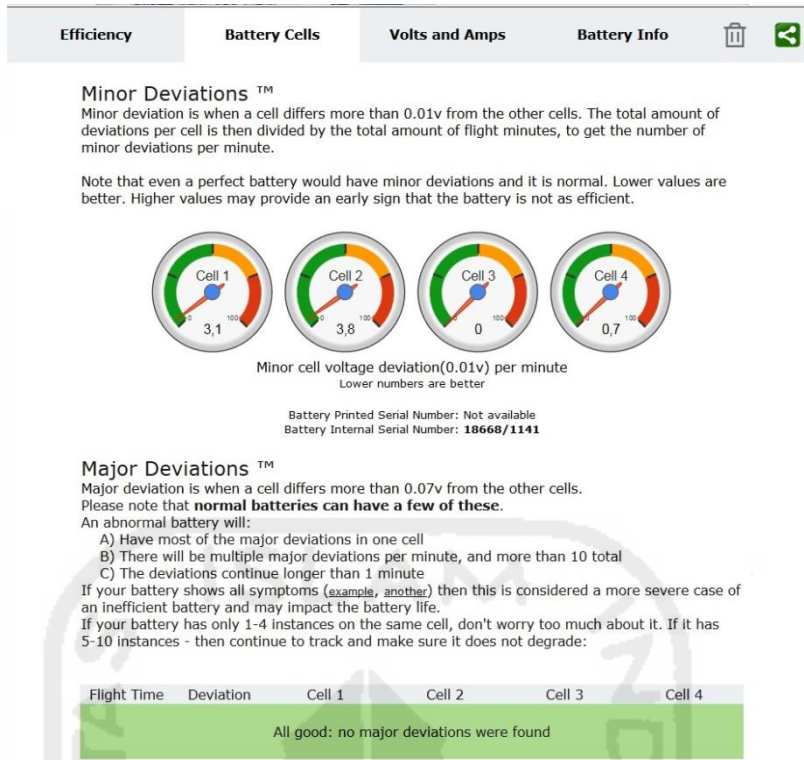


[Download KML with these notifications](#)

	Flight time	Altitude	Home Distance	Type	Notification
A	00m 00s	0.0 m	0 m	Mode	Mode changed to GPS Atti
B	00m 01s	0.0 m	0 m	Tip	Taking off
C	00m 02s	0.0 m	0 m	Mode	Mode changed to AutoTakeoff
D	00m 02s	0.0 m	0 m	Tip	Return-to-Home Altitude:40M
E	00m 04s	0.9 m	0 m	Mode	Mode changed to Atti

**Gambar 4.42** Notifikasi Penerbangan pada File DJIFlightRecord\_2016-08-31\_[11-30-36].txt

Pada bagian *power* didalam aplikasi berbasis web [www.healtdrones.com](http://www.healtdrones.com) dapat dilihat informasi mengenai kondisi baterai pada UAV. Informasi tersebut berupa kondisi *cell* baterai dan informasi baterai. Secara detail informasi tersebut dapat dilihat berturut-turut pada gambar 4.43 dan 4.44



Gambar 4.43 Kondisi Cell Baterai UAV



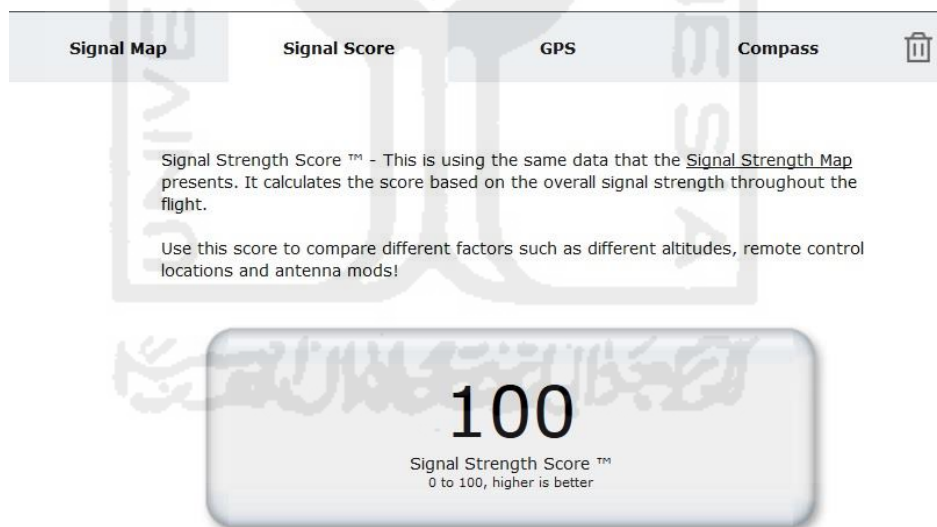
Gambar 4.44 Detail Informasi Baterai UAV



Dari gambar tersebut dapat diketahui informasi tentang kondisi baterai pada saat melakukan penerbangan didalam log file **DJIFlightRecord\_2016-08-31\_[11-30-36].txt**. Detail informasi tersebut akan dijelaskan sebagai berikut:

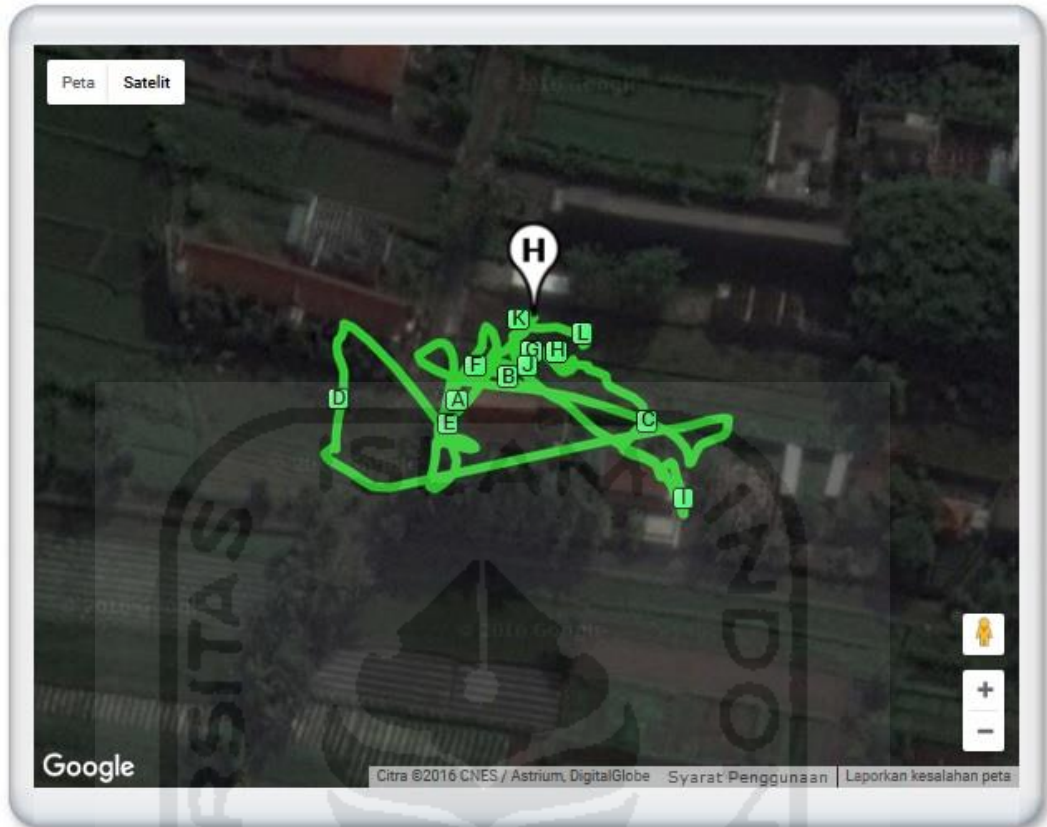
- ✓ Kondisi cell baterai UAV berada dalam kondisi baik dengan sedikit deviasi
- ✓ Internal serial number dari baterai adalah **18668/1141**
- ✓ Baterai di produksi pada tanggal 12-Jul-2016
- ✓ Kondisi baterai berada pada 100%
- ✓ Temperatur minimal baterai berada pada 30.95° Celcius
- ✓ Temperatur maksimal baterai berada pada 41.95° Celcius
- ✓ Baterai telah dilakukan Charging sebanyak 3 kali
- ✓ Kapasitas baterai sebesar 4409 mAh

Selain dari kondisi baterai, informasi lain yang bisa diketahui dari file **DJIFlightRecord\_2016-08-31\_[11-30-36].txt** dengan menggunakan aplikasi pada **www.healydrones.com** adalah informasi kondisi sensor pada UAV. Informasi yang didapat berupa skor sinyal UAV, kekuatan frekuensi sinyal UAV, dan kekuatan sinyal GPS selama penerbangan. Informasi tersebut dapat dilihat berturut-turut pada Gambar 4.45, 4.46 dan 4.47



**Gambar 4.45** Skor sinyal UAV

Signal Strength Map - **green** is good signal, **orange** is fair, **red** is poor and **purple** is very poor. It calculates signal strength based on the connection to the remote - it searches for signal loss based on minor signal interruptions:

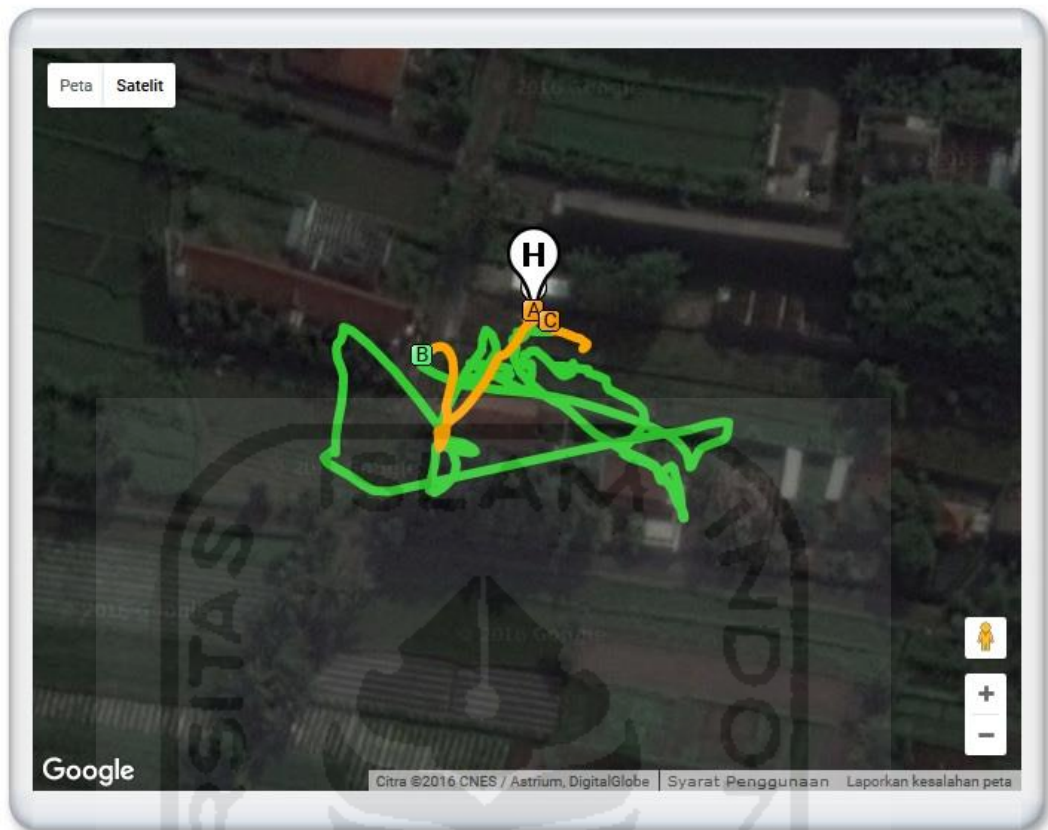


[Download color coded Signal Strength KML](#)

	Flight time	Altitude	Home Distance	Minor Signal Errors
A	<u>00m 30s</u>	22.8 m	24 m	27
B	<u>01m 00s</u>	26.0 m	15 m	34
C	<u>01m 30s</u>	26.1 m	32 m	18
D	<u>02m 00s</u>	41.4 m	43 m	17
E	<u>02m 30s</u>	42.9 m	29 m	20
F	<u>03m 00s</u>	8.7 m	17 m	35
G	<u>03m 30s</u>	7.7 m	9 m	28
H	<u>04m 00s</u>	14.0 m	10 m	15
I	<u>04m 30s</u>	31.5 m	48 m	16
J	<u>05m 00s</u>	9.0 m	12 m	18
K	<u>05m 30s</u>	1.6 m	4 m	24
L	<u>06m 00s</u>	1.0 m	11 m	35

**Gambar 4.46** Kekuatan Frekuensi Sinyal UAV

GPS Satellite Count Map - **green** is excellent GPS reception, **orange** is good, **red** is poor and **purple** is dangerous:



[Download color coded GPS KML](#)

The range will only change if the number of Satellites increased or decreased to a different range:

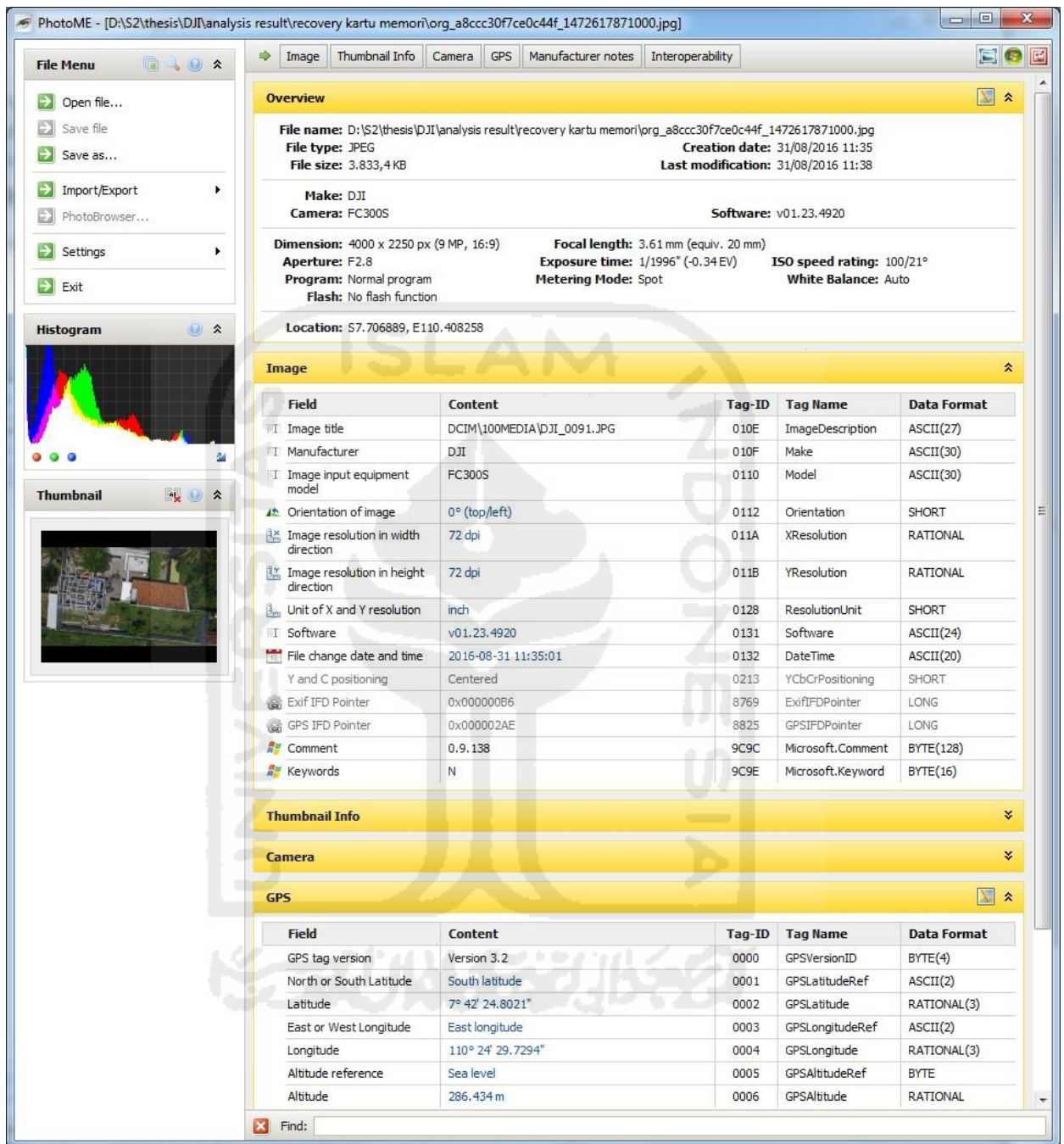
	Flight time	Altitude	Home Distance	GPS Satellite Count
A	<u>00m 05s</u>	1.0 m	0 m	10-15
B	<u>00m 56s</u>	25.9 m	24 m	15+
C	<u>05m 42s</u>	1.7 m	4 m	10-15
End	06m 05s	0.8 m	11 m	10-15

**Gambar 4.47** Kekuatan Sinyal GPS pada File DJIFlightRecord\_2016-08-31\_[11-30-36].txt

Dari gambar tersebut dapat diketahui kondisi frekuensi sinyal UAV dan sinyal GPS berada pada posisi dimana saja, pada waktu penerbangan ke berapa menit, ketinggian berapa meter, dan jarak berapa meter dari lokasi *home point*.

Selain dari file log penerbangan dengan ekstensi txt, didalam *storage* kontroler (*smartphone*) juga dapat ditemukan file gambar yang diambil menggunakan kamera UAV. Walaupun file gambar pada kartu memori telah dihapus, didalam *storage* kontroler (*smartphone*) masih tersimpan yang berpotensi dijadikan barang bukti digital. Adapun direktori tempat dimana file gambar pada *storage* kontroler tersimpan yaitu berada pada `androidStorage.ad1/DJI\D:image\DJI[AD1]/dji.pilot/DJI Album/`. File gambar yang terdapat didalam direktori tersebut yaitu gambar file

org\_a8ccc30f7ce0c44f\_1472617871000.jpg. Dari file gambar tersebut dapat diketahui informasi penting dengan melakukan konversi metadata dari file tersebut, informasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.48



Gambar 4.48 Proses Konversi Metadata File org\_a8ccc30f7ce0c44f\_1472617871000.jpg

Dari hasil penggunaan aplikasi PhotoMe tersebut, dicatat informasi yang dianggap berguna sebagai barang bukti digital dari file tersebut. Informasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.23

**Tabel 4.23** Detail Informasi file org\_a8ccc30f7ce0c44f\_1472617871000.JPG

Informasi	Keterangan
Nilai Hash (MD5)	fdc58575c95bc1b2c6c6da623943c77a
Nilai Hash (SHA1)	dd93bc75d437296d43765e1f3a52780a1fa49df8
Nama File	org_a8ccc30f7ce0c44f_1472617871000.JPG
Lokasi file asal	DCIM\100MEDIA\ DJI_0091.JPG
Lokasi temuan	androidStorage.ad1/DJI\D:\image\DJI[AD1]/dji.pilot/DJI Album/org_a8ccc30f7ce0c44f_1472617871000.JPG
Resolusi file	4000 x 2250 px (9 MP, 16:9)
Jenis kamera	FC300S
Tanggal pembuatan file	31/08/2016
Waktu pembuatan file	11:35:01
Koordinat Latitude	7° 42' 24.8021''
Koordinat Longitude	110° 24' 29.7294''
Ketinggian pembuatan file	286.434 m (diatas permukaan laut)

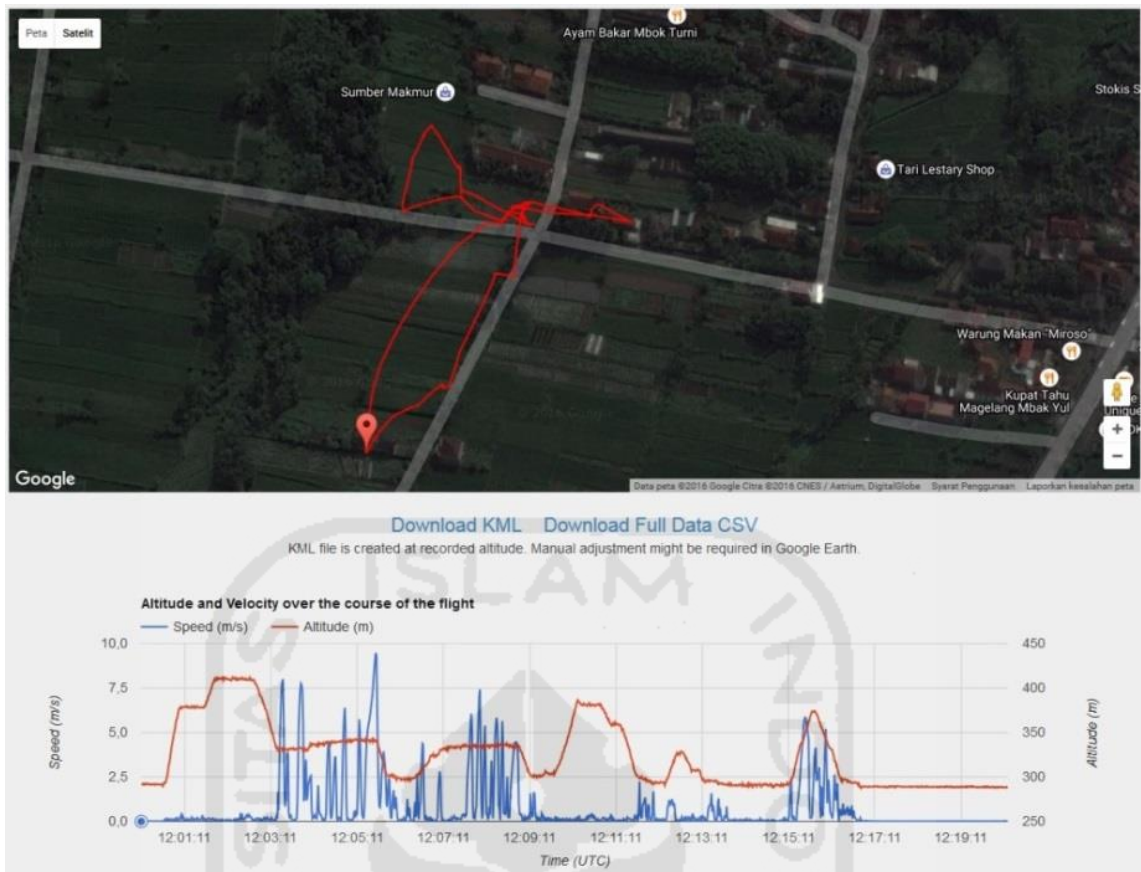
#### 4.4 Presentasi Bukti Digital

Setelah melalui proses analisis, tahap berikutnya yang dilakukan adalah menyajikannya dalam bentuk presentasi. Dalam digital forensik, presentasi merupakan serangkaian kegiatan yang dilakukan oleh ahli forensik dalam mendemonstrasikan temuannya di dalam pengadilan guna menerangkan suatu perkara dalam membantu hakim dalam mengambil keputusan. Presentasi bukti digital GPS bentuknya berbeda karena dipresentasikan secara visual menggunakan **google maps** ataupun aplikasi yang bersangkutan dalam menyajikan titik koordinat lokasi. Dalam setiap skenario pada penelitian ini dilakukan penyajian data hasil analisis berupa informasi yang berpotensi dijadikan sebagai barang bukti digital. Detail presentasi dari setiap skenario akan dipaparkan sebagai berikut:

##### 4.4.1 Presentasi Skenario Mode Penerbangan

Dari hasil analisis pada skenario mode penerbangan, diketahui bahwa pemilihan mode dalam penerbangan tidak mempengaruhi penulisan koordinat GPS kedalam log yang terdapat didalam *storage* UAV maupun kontroler. Dari hasil log bertipe file .DAT yang terdapat pada *storage* UAV, dengan menggunakan aplikasi berbasis web pada alamat situs **www.mapsmadeeasy.com**.

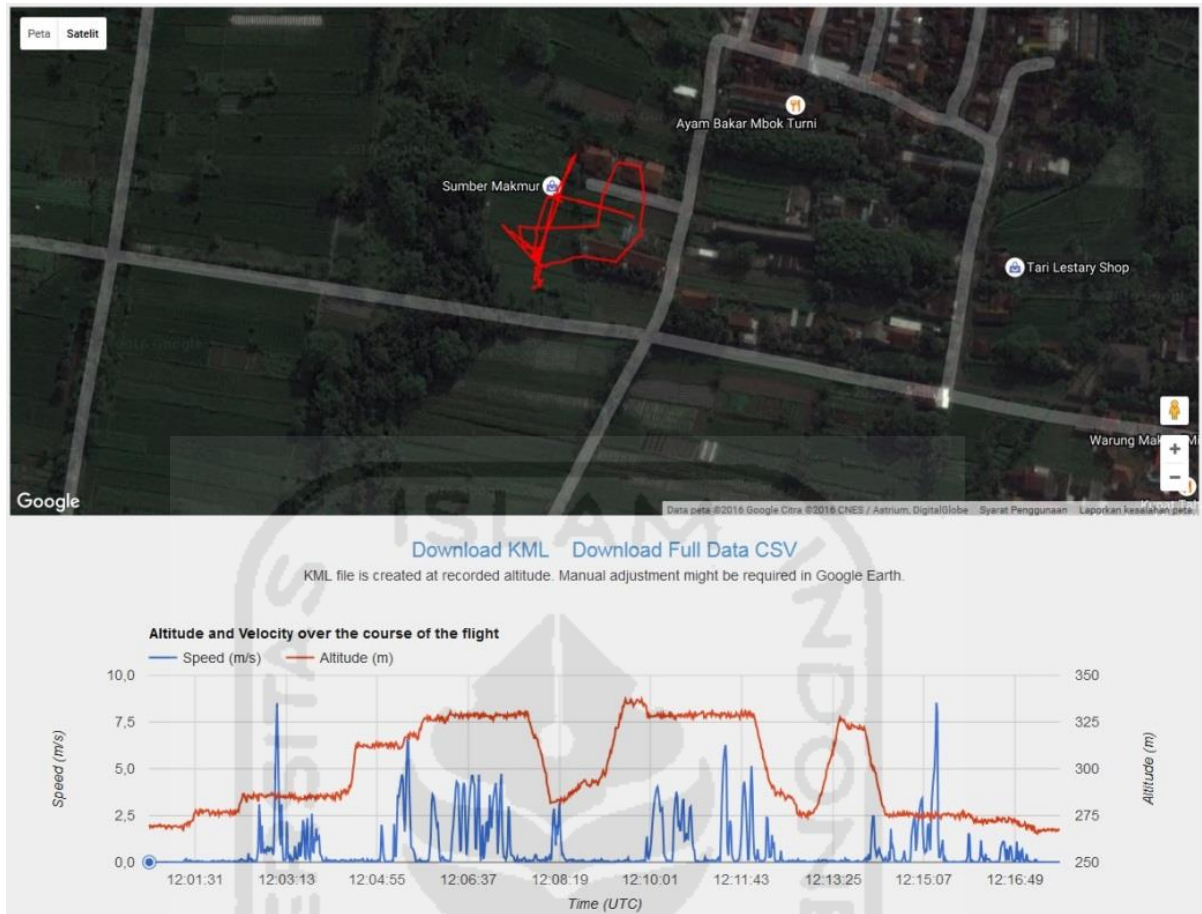
Presentasi data hasil log penerbangan pada *storage* UAV menggunakan beberapa mode penerbangan berbeda, yang mana log tersebut yaitu file **FLY0019.DAT**, **FLY0021.DAT** dan **FLY0022.DAT** berturut-turut dapat dilihat pada Gambar 4.49 , 4.50 , 4.51 Berikut:



Gambar 4.49 Presentasi Koordinat Jalur Penerbangan P-mode file FLY019.DAT

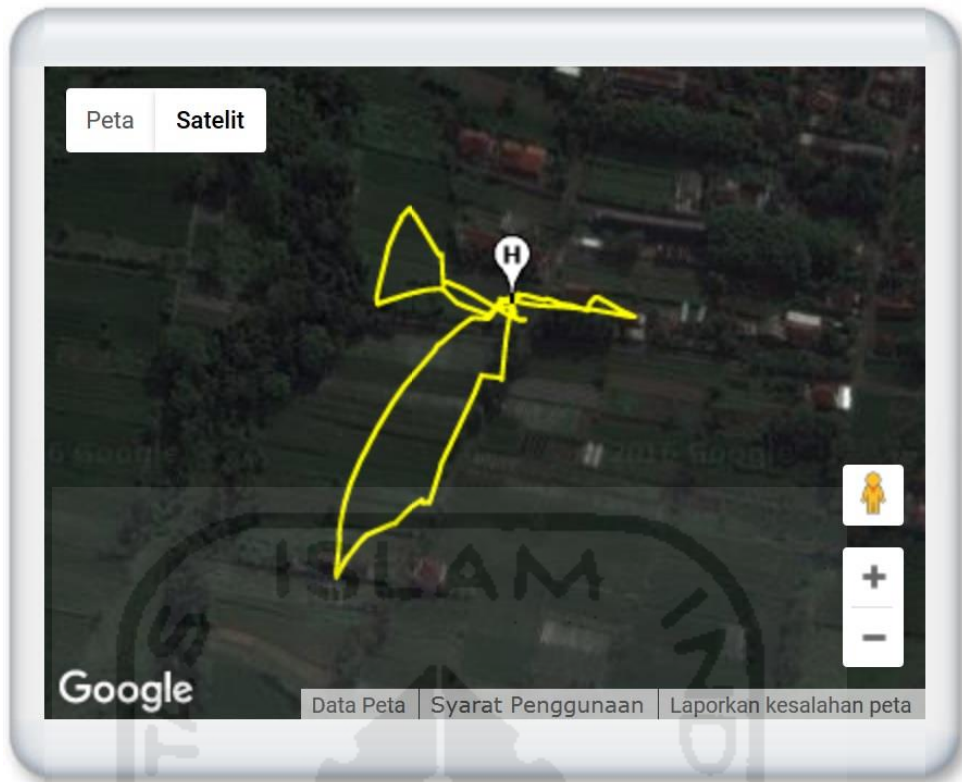


Gambar 4.50 Presentasi Koordinat Jalur Penerbangan A-mode file FLY021.DAT

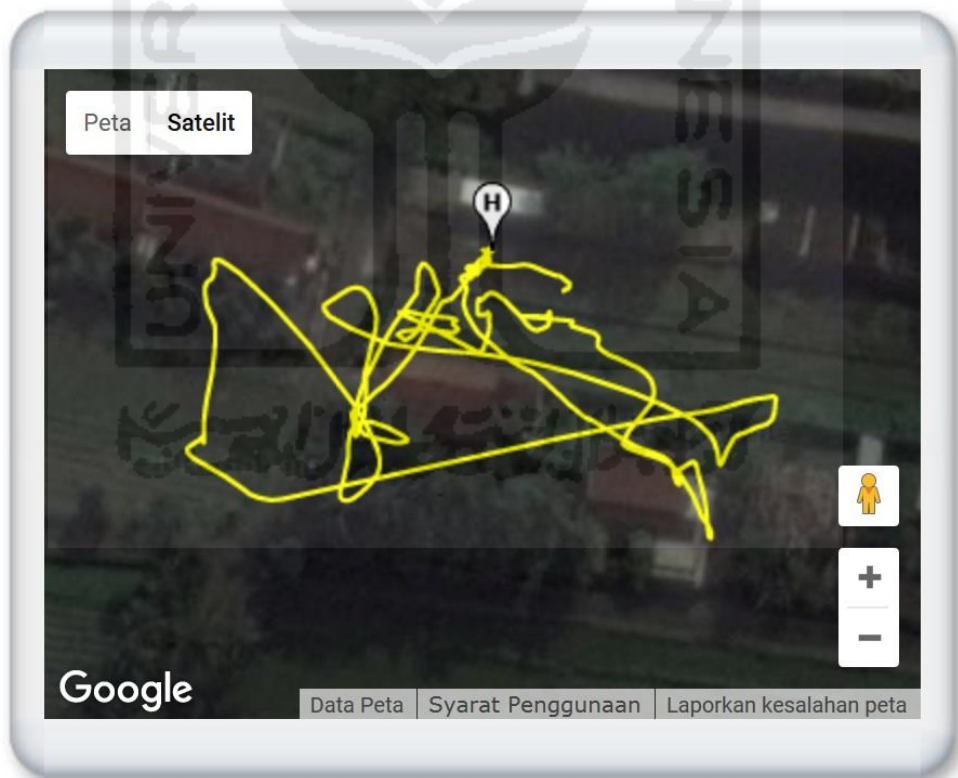


**Gambar 4.51** Presentasi Koordinat Jalur Penerbangan F-mode file FLY022.DAT

Sama seperti log yang terdapat didalam *storage* UAV, file log dengan ekstensi .txt yang terdapat didalam kontroler (*smartphone*) juga memiliki koordinat jalur penerbangan tersimpan didalamnya. Presentasi log file **DJIFlightRecord\_2016-08-29\_[16-25-49].txt**; **DJIFlightRecord\_2016-08-31\_[11-30-36].txt**; dan **DJIFlightRecord\_2016-08-31\_[17-00-34].txt** berturut-turut dapat dilihat pada Gambar 4.52 , 4.53 , 4.54

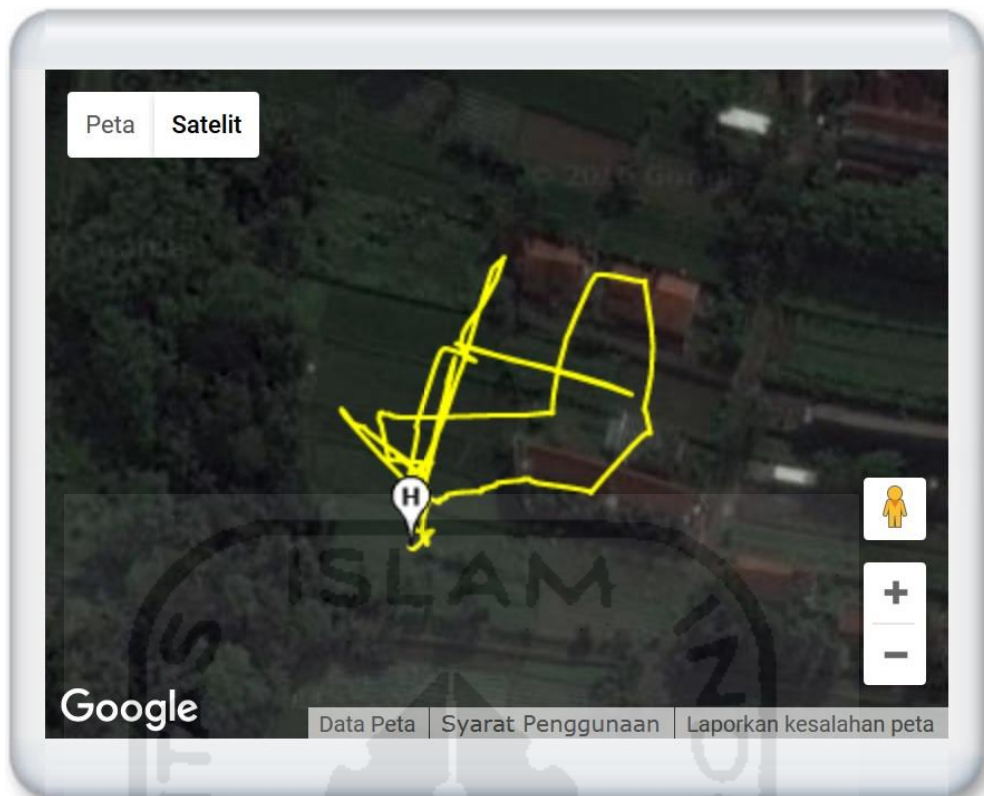


**Gambar 4.52** Presentasi P-mode File DJIFlightRecord\_2016-08-29\_[16-25-49].txt



**Gambar 4.53** Presentasi A-mode File DJIFlightRecord\_2016-08-31\_[11-30-36].txt





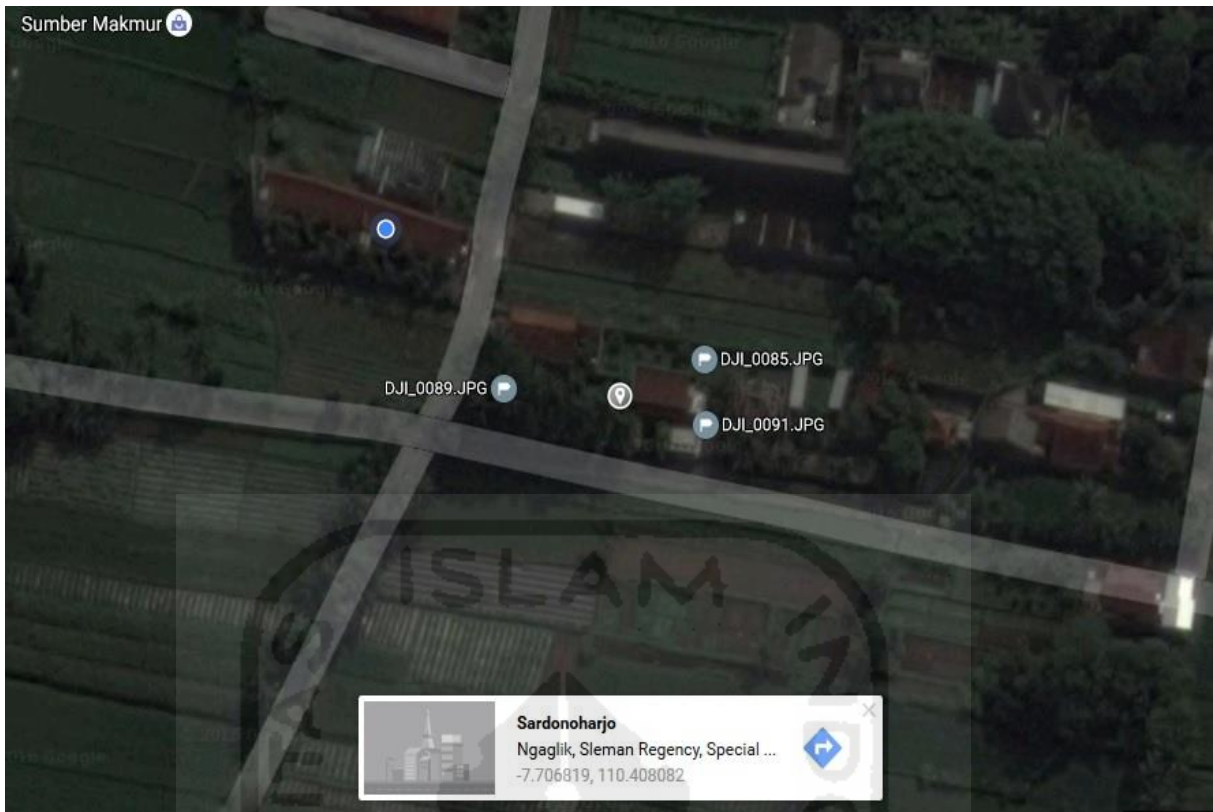
**Gambar 4.54** Presentasi F-mode DJIFlightRecord\_2016-08-31\_[17-00-34].txt

Dilihat dari hasil presentasi log file yang terdapat didalam *storage* UAV maupun kontroler (*smartphone*) dapat ditampilkan koordinat dan jalur penerbangan yang dilakukan oleh UAV baik dengan menggunakan mode penerbangan A-mode (Altitude) sekalipun yang tidak menggunakan sinyal GPS sebagai penstabil dalam penerbangan. Dari hasil presentasi ini dapat disimpulkan bahwa pengguna mode penerbangan apapun tidak akan mempengaruhi pencatatan koordinat GPS ke dalam log pada *storage* UAV.

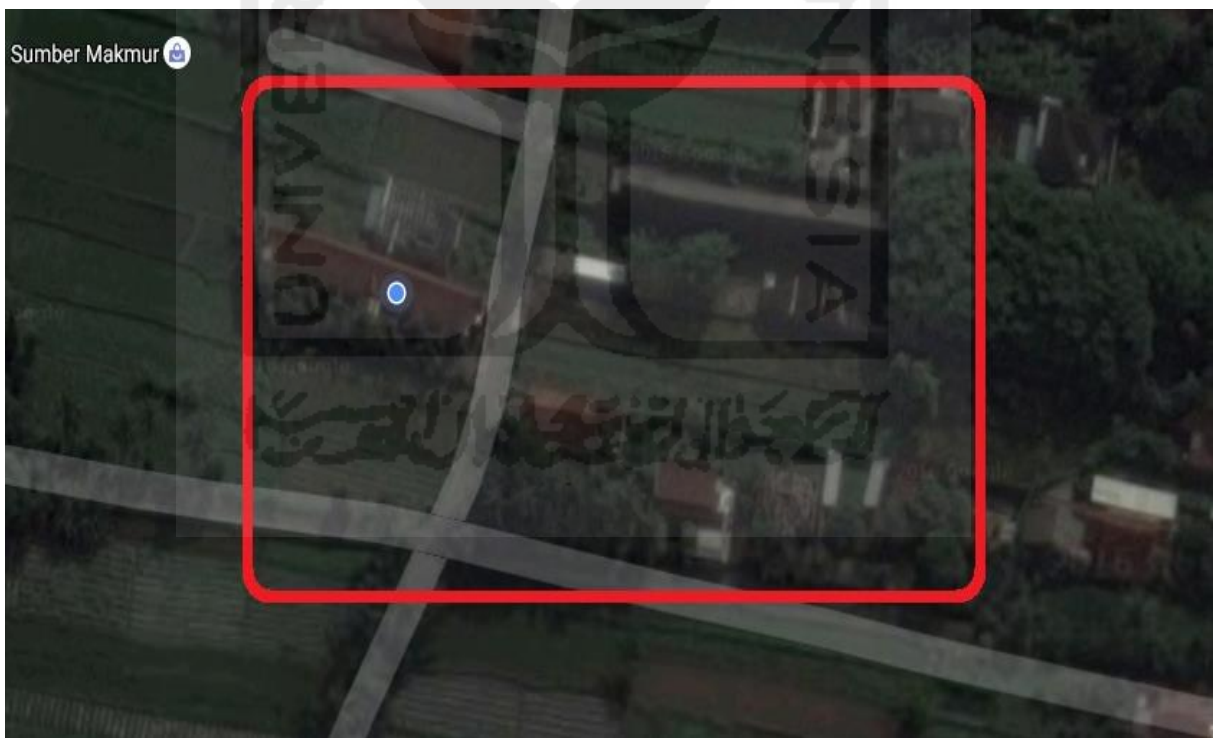
#### 4.4.2 Presentasi Skenario Kejahatan 1

Pada presentasi skenario kejahatan 1, bukti digital yang akan disajikan yaitu berupa titik koordinat *latitude* dan *longitude* yang memberikan informasi berupa titik lokasi dimana sumber pengambilan atau pembuatan dokumen tersebut. Informasi lain yang dapat disajikan yaitu informasi dari hasil analisis berupa informasi hasil konversi dalam metadata file gambar yang terdapat didalam kartu memori kamera.

Hasil analisis tersebut akan dibandingkan dengan data awal dari skenario kejahatan 1 untuk membuktikan kebenaran dan **5W-1H** dari skenario kejahatan tersebut. Adapun hasil koordinat lokasi dari file **DJI\_085.JPG**, **DJI\_089.JPG** dan **DJI\_091** menggunakan aplikasi Google Maps dapat dilihat pada Gambar 4.55 . Sedangkan lokasi data awal dari skenario kejahatan 1 dapat dilihat pada Gambar 4.56



**Gambar 4.55** Presentasi Skenario Kejahatan 1



**Gambar 4.56** Data Awal Lokasi Skenario Kejahatan 1

Jika dibandingkan dengan data awal lokasi skenario kejahatan 1, dapat diketahui lokasi pengambilan gambar dari file **DJI\_0085.JPG**, **DJI\_0089.JPG**, dan **DJI\_0091.JPG** berada didalam area lokasi data awal terjadinya kejahatan. Hal ini dapat membuktikan bahwa

penggunaan UAV terjadi pada area dimana kejahatan dilaporkan oleh korban. Sedangkan tampilan hasil gambar dari file **DJI\_085.JPG**, **DJI\_089.JPG** dan **DJI\_091.JPG** dapat dilihat berturut-turut pada Gambar 4.57 . 4.58 , dan 4.59



**Gambar 4.57** isi dari file DJI\_0085.JPG



**Gambar 4.58** isi dari file DJI\_0089.JPG



**Gambar 4.59** isi dari file DJI\_0091.JPG

Selain koordinat lokasi, informasi lain untuk menjawab **5W+1H** skenario kejahatan 1 yang ditemukan dari hasil analisis ekstraksi metadata dari file gambar yang terdapat didalam kartu memori kamera UAV yaitu berupa:

1. Lokasi pembuatan gambar sesuai dengan data awal laporan lokasi kejahatan yang mana berada di yang mana berada di **Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta**.
2. Waktu pengambilan gambar sesuai dengan laporan awal waktu terjadinya kejahatan, **pada tanggal 31-8-2016** dimana waktu pengambilan antara file gambar hanya bersela beberapa detik yaitu **11:31:37 , 11:31:51 , dan 11:35:01**
3. Gambar diambil dengan cara terbang di atas lokasi yang dilaporkan di atas ketinggian 281.304 m, 298.134 m, dan 286.434 m diatas permukaan laut.
4. Dilihat dari gambar dari file DJI\_085.JPG, DJI\_089.JPG dan DJI\_091.JPG dapat diketahui bahwa area yang diawasi menggunakan UAV berupa bangunan indekos dan bangunan setengah jadi disampingnya.
5. Dengan mengetahui kondisi dan kebiasaan diarea indekos, tindak kejahatan selanjutnya seperti pencurian ataupun perampokan dapat memungkinkan untuk terjadi.

Walaupun dengan barang bukti minim untuk dilakukan forensik pada UAV, informasi yang didapat pada kartu memori kamera UAV sudah cukup membantu untuk dijadikan barang bukti digital dan menjawab apa, dimana, kapan, kenapa, bagaimana terjadinya kejahatan.

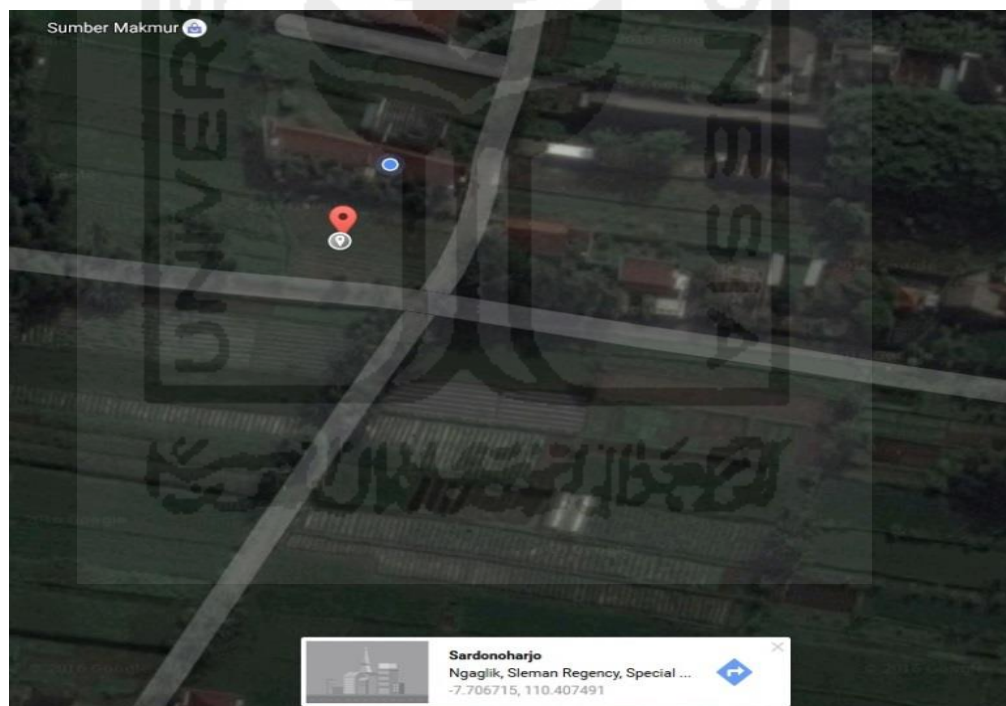
Akan tetapi siapa pelaku dari kejahatan tersebut tidak dapat diketahui dalam skenario kejahatan 1 yang dilakukan dalam penelitian ini.

#### 4.4.3 Presentasi Skenario Kejahatan 2

Untuk mempermudah presentasi pada skenario kasus kejahatan 2 ini, presentasi bukti digital yang ditemukan didalam storage perangkat UAV akan dijelaskan per *storage* yang terdapat dalam perangkat UAV. Detail presentasi akan dijelaskan sebagai berikut:

##### 4.4.3.1 Presentasi Kartu memori kamera UAV

Didalam kartu memori memiliki informasi bukti digital yang paling minim dikarenakan hampir keseluruhan file di dalamnya telah dihapus oleh pengguna UAV. Akan tetapi masih terdapat beberapa file yang dapat di *recovery* dengan menggunakan aplikasi **FTK Imager**. Adapun file tersebut berupa file gambar **DJI014.JPG**, dari file gambar tersebut dapat diketahui koordinat lokasi pengambilan gambar. Dengan menggunakan aplikasi **google maps**, koordinat tersebut ditampilkan pada Gambar 4.60



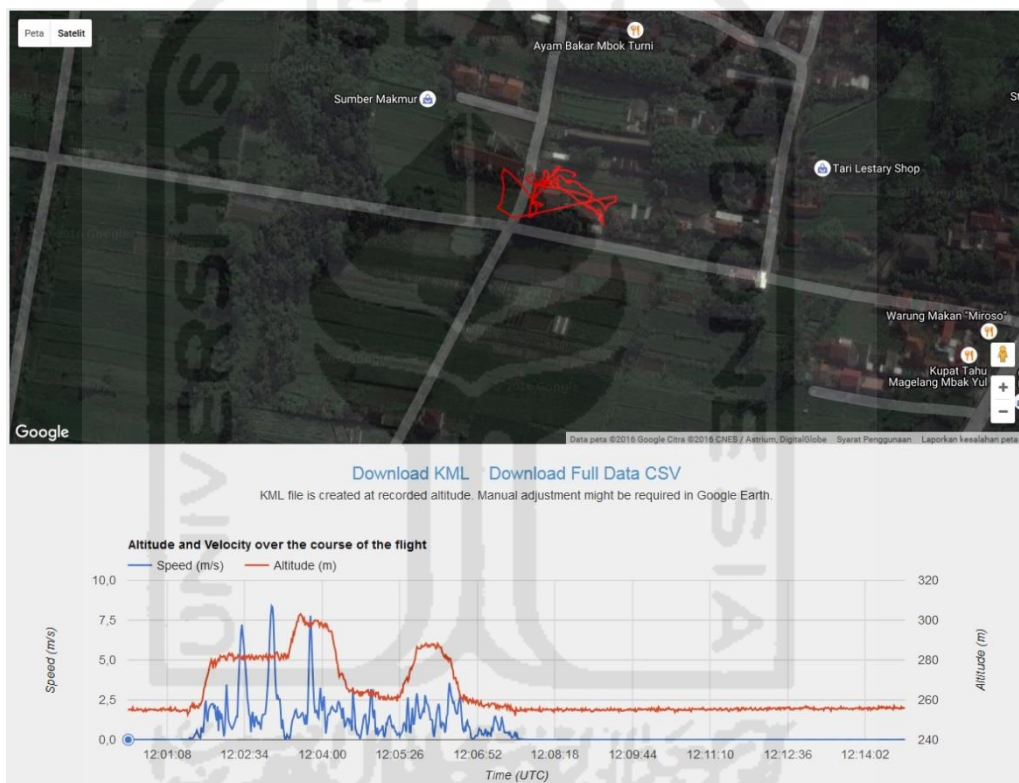
Gambar 4.60 Presentasi Lokasi File DJI014.JPG

Dari gambar tersebut diketahui lokasi pengambilan gambar sesuai dengan data awal area lokasi terjadinya kejahatan, yaitu pada alamat **Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman Regency, Special Region of Yogyakarta**. Akan tetapi waktu pengambilan gambar **tidak sesuai** dengan waktu dilaporkannya terjadi kejahatan, yaitu pada tanggal **31 Agustus 2016**.

Secara umum informasi yang didapat dari kartu memori kamera UAV masih belum dapat membuktikan kejahatan memang telah dilakukan pengguna UAV.

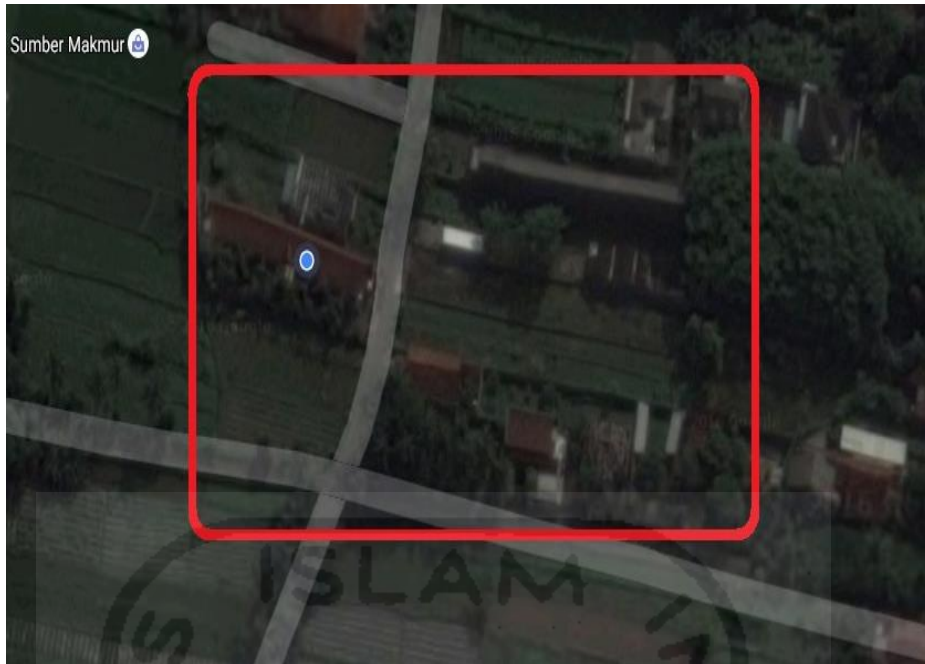
#### 4.4.3.2 Storage awak pesawat UAV

Untuk presentasi bukti digital yang ditemukan didalam *storage* awak pesawat UAV, dilakukan dengan menggunakan aplikasi berbasis web pada alamat [www.mapsmadeeasy.com](http://www.mapsmadeeasy.com) yang khusus untuk menganalisa dan mempresentasikan data dengan ekstensi .DAT. Proses yang dilakukan yaitu dengan melakukan upload file **FLY021.DAT** yang terbentuk pada **tanggal 31 Agustus 2016 pada pukul 11.29.10** ke dalam alamat web. Hasil presentasi dapat dilihat pada Gambar 4.61



Gambar 4.61 Presentasi File FLY021.DAT

Jika dibandingkan dengan data awal seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.62, jalur penerbangan yang catat oleh log file **FLY021.DAT** sesuai dengan area data awal lokasi terjadinya kejahatan. Dan apabila melihat waktu terbentuknya file log **FLY021.DAT**, waktu terbentuknya file sesuai dengan terjadinya kejahatan, yaitu pada tanggal **31 Agustus 2016 pada pukul 11.29.10**



**Gambar 4.62** Data Awal Area Lokasi Terjadinya Kejahatan

Dari storage awak pesawat UAV pada kasus kejahatan 2, dapat ditemukan informasi yang sesuai dengan data awal terjadinya kejahatan. Informasi tersebut yaitu berupa bagaimana jalur penerbangan dilakukan oleh UAV dan tanggal dan waktu dilakukannya penerbangan (kejahatan).

#### **4.4.3.3 Storage kontroler (smartphone)**

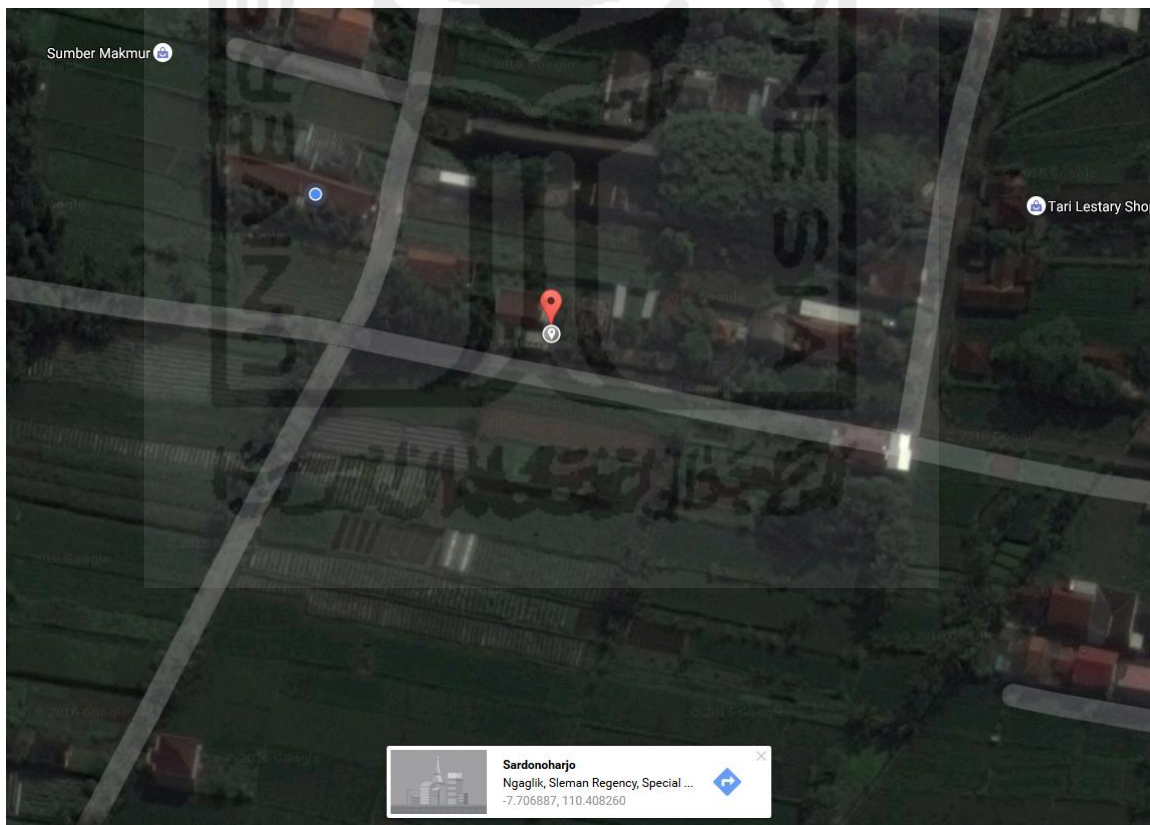
Bukti digital yang paling banyak ditemukan berada pada *storage* smartphone sebagai kontroler, informasi tersebut berada pada direktori aplikasi DJI GO yang terpasang pada memori internal *smartphone*. Didalam direktori tersebut bisa ditemukan berbagai macam file yang berharga seperti file gambar yang diambil menggunakan kamera UAV dan log penerbangan yang dilakukan UAV dalam file dengan ekstensi .txt.

Didalam direktori `androidStorage.ad1/DJI\D: \image\DJI[AD1]/dji.pilot/DJI Album/` ditemukan file `org_a8ccc30f7ce0c44f_1472617871000.JPG` yang juga terdapat didalam direktori `DCIM\100MEDIA\ DJI_0091.JPG` pada kartu memori yang **telah terhapus**. File gambar `org_a8ccc30f7ce0c44f_1472617871000.JPG` akan di tampilkan pada Gambar 4.63



**Gambar 4.63** isi file `org_a8ccc30f7ce0c44f_1472617871000.JPG`

Untuk lokasi koordinat dari file `org_a8ccc30f7ce0c44f_1472617871000.JPG` dapat dilihat pada Gambar 4.64

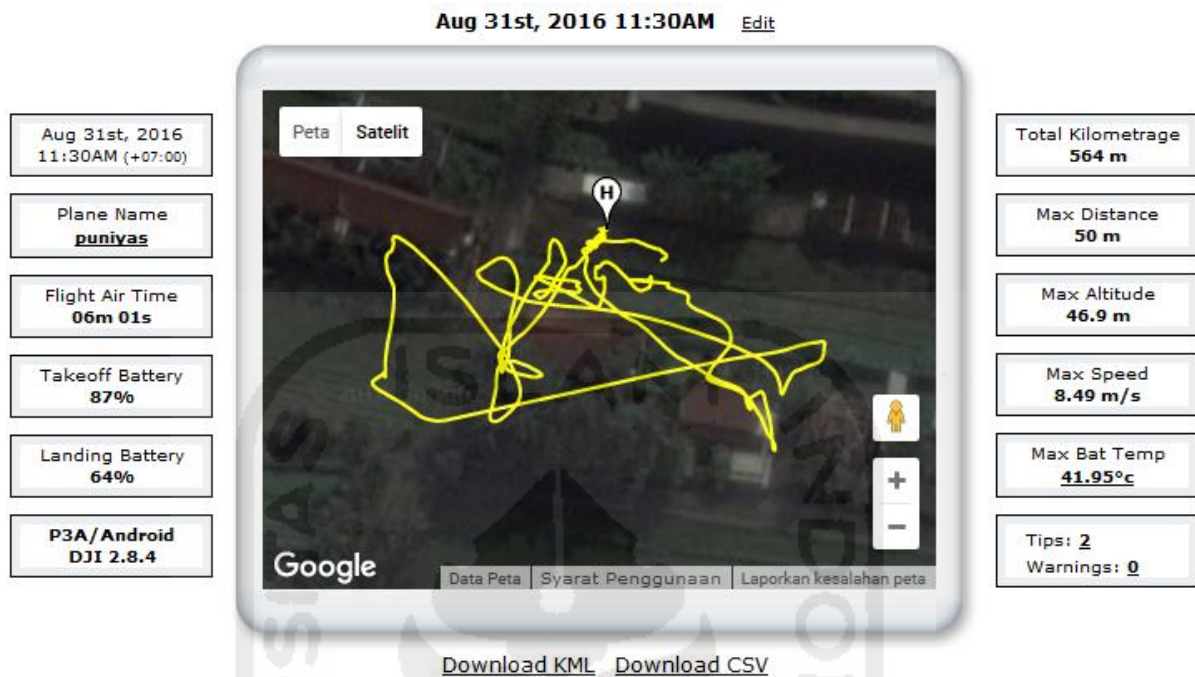


**Gambar 4.64** Koordinat pembuatan file `org_a8ccc30f7ce0c44f_1472617871000.JPG`

Selain presentasi dari file gambar, bukti digital paling penting yang didapat dari *storage* kontroler (*smartphone*) yaitu berupa presentasi log file `DJIFlightRecord_2016-08-31_[11-`



**30-36].txt** dengan menggunakan aplikasi berbasis web pada alamat **www.healthydrones.com**. Hasil presentasi file **DJIFlightRecord\_2016-08-31\_[11-30-36].txt** dapat dilihat pada Gambar 4.65



**Gambar 4.65** Presentasi Informasi Jalur Penerbangan pada file DJIFlightRecord\_2016-08-31\_[11-30-36].txt

Selain informasi jalur penerbangan, hal lain yang tidak dapat ditemukan selain dari log file dengan ekstensi .txt pada *storage* kontroler adalah visualisasi posisi kamera dalam pengambilan gambar/video. Masih dengan menggunakan aplikasi pada alamat web **www.healthydrones.com** dan dari file **DJIFlightRecord\_2016-08-31\_[11-30-36].txt**, pada Gambar 4.66 dapat dilihat posisi arah pengambilan gambar/video pada saat penerbangan.

The following map shows the locations where videos and/or photos were taken.  
The triangle indicates the direction:



	Flight time	Altitude	Home Distance	Gimbal Pitch	Heading	Type
A	00m 46s	26.0 m	18 m	55.2° down	189°	<a href="#">Photo</a>
B	00m 53s	25.8 m	22 m	55.2° down	188°	<a href="#">Photo</a>
C	01m 07s	26.1 m	39 m	55.2° down	188°	<a href="#">Photo</a>
D	01m 40s	26.4 m	48 m	55.2° down	359°	<a href="#">Photo</a>
E	01m 49s	25.9 m	47 m	55.2° down	81°	<a href="#">Photo</a>
F	02m 04s	46.8 m	40 m	55.2° down	80°	<a href="#">Photo</a>
G	02m 21s	43.2 m	36 m	55.2° down	138°	<a href="#">Photo</a>
H	03m 16s	7.8 m	14 m	13.5° down	188°	<a href="#">Photo</a>
I	04m 30s	31.5 m	49 m	90° down	182°	<a href="#">Photo</a>

The following files were extracted from the log. The log contains only up to the last 4 photos/video thumbnails, in low-resolution. Please note that sometimes the log will not store the last 4 photos (or any photos) properly due to bugs in the DJI pilot/DJI GO app:



Gambar 4.66 Presentasi sudut pengambilan gambar/video pada file DJIFlightRecord\_2016-08-31\_[11-30-36].txt

Jika dibandingkan dengan data awal, dari *storage* kontroler (*smartphone*) dapat ditemukan data-data yang memiliki kecocokan. Adapun yang dapat dijelaskan dari hasil analisis *storage* perangkat UAV pada skenario kejahatan 2, yaitu:

- Jalur penerbangan dari log dengan ekstensi *.txt* pada *storage* kontroler (*smartphone*) sesuai dengan area lokasi terjadinya kejahatan, lokasi jalur penerbangan berada didalam area data awal pelaporan yaitu bertempat di **Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman Regency, Special Region of Yogyakarta**.
- waktu penerbangan yang sesuai dengan laporan, yaitu pada tanggal **31 Agustus 2016** pada pukul **11.30 AM**.
- Selain itu juga dapat ditemukan nama awak pesawat UAV dilihat dari hasil ekstraksi file log dengan ekstensi *.txt* yaitu **“puniyas”**.
- Dapat diketahui file **gambar** dan **sudut pengambilan** yang digunakan kamera UAV pada saat melakukan penerbangan.
- Didalam *storage* kontroler (*smartphone*) ditemukan informasi yang paling banyak jika dibandingkan dengan informasi yang terdapat dari *storage* perangkat lainnya.

Selain untuk barang bukti digital, dari log file dengan ekstensi *.txt* juga dapat diketahui informasi berupa kondisi sensor pada saat penerbangan, kondisi baterai, dan notifikasi *event* ketika penerbangan. Informasi tersebut mungkin kurang begitu berguna untuk dijadikan sebagai barang bukti digital, akan tetapi informasi tersebut dapat digunakan untuk menganalisa kejadian apabila UAV mengalami kecelakaan atau kesalahan sistem.

#### **4.5 Karakteristik Bukti Digital Pada UAV**

Sebelum melihat karakteristik dari informasi yang terdapat pada perangkat UAV, dapat dilihat detail perbandingan informasi yang didapat dari *storage* awak pesawat, kartu memori kamera, dan media penyimpanan didalam aplikasi DJI pada *smartphone* dapat dilihat pada Tabel 4.24

**Tabel 4.24** Detail Perbandingan Informasi Bukti Digital Pada UAV

Infomasi Bukti Digital	Storage		
	UAV	Memory Card	Smartphone (Controller)
Metode akuisisi	Live	Static	Live / Static
Jenis image	Physical	Physical	Logical
Format image	.dd	.dd	.ad1
Tool Akuisis	FTK Imager	FTK Imager	FTK Imager
Lokasi GPS	√	√	√
Log koordinat jalur penerbangan	√	-	√
Informasi konfigurasi UAV	√	-	√
Gambar atau video	-	√	√
Informasi mode penerbangan	√	-	√
Informasi pengguna UAV	-	-	√
Informasi data penerbangan UAV	√	-	√
Arah pengambilan gambar	-	-	√
Informasi kekuatan sinyal UAV	-	-	√
Informasi kondisi sensor UAV	-	-	√
Informasi kondisi daya UAV	√	-	√
Informasi kondisi kontroler UAV	-	-	√

Berdasarkan dari tabel 4.24, dapat diketahui informasi yang berpotensi digunakan bukti digital banyak terdapat didalam *storage* kontroler (*smartphone*). Untuk mengetahui jalur log jalur penerbangan UAV, informasi barang bukti digital tersebut bisa ditemukan pada *storage* UAV dan kontroler. Adapun presentase informasi bukti digital yang didapat **pada *sotrage* UAV sebesar 50%** dari keseluruhan informasi, sedangkan pada **kartu memori kamera UAV hanya sebesar 16.6%** dari keseluruhan informasi, dan pada **kontroler (*smartphone*) bisa ditemukan seluruh informasi.**

Sedangkan karakteristik temuan dari storage 3 jenis perangkat UAV yang mana berupa storage awak pesawat UAV, kartu memori dan storage kontroler (*smartphone*) dapat dilihat pada tabel 4.25:

Tabel 4.25 Detail Karakteristik Temuan pada Perangkat UAV

No	Karakteristik Temuan	STORAGE		
		UAV	Kartu Memori Kamera	Kontroler (Smartphone)
1	Proses Akuisisi	- Secara fisik dengan melakukan imaging storagage Uav, akan tetapi harus sinkronasi antara UAV dan kontroler	- Secara fisik dengan melakukan imaging terhadap kartu memori	- Secara logical pada direktori aplikasi DJI Go yang berada didalam storage smartphone
2	Ektensi file temuan penting	- Log parameter penerbangan (.DAT)	- File image penggunaan kamera UAV (.jpg) - File video (.mp4) - Log upgrade Firmware (.txt)	- Log parameter penerbangan (.txt) - File gambar (.jpg) - File video (.mp4)
3	Lokasi File temuan penting	- /root/FLY019.DAT (log penerbangan UAV)	- gimbalStorage.001/Partition 1/NONAME/[root]/DCIM/11MEDIA (file image dan video kamera UAV)	- root/DJI/dji.pilot/FlightRecord/ (log penerbangan UAV) - root/DJI/dji.pilot/CACHE_IMAGE/ (file image) - root/DJI/dji.pilot/DJI Album/ (file image) - root/DJI/dji.pilot/DJI_RECORD/ (file video)
4	Tools akuisisi	- FTK Imager	- FTK Imager	- FTK Imager
5	Tools Analisis	- FTK Imager - DatCon - www.mapsmadeeasy.com	- FTK Imager - PhotoMe	- FTK Imager - PhotoMe - www.healtydrones.com
6	Koordinat GPS	- tersimpan didalam log penerbangan, untuk di analisis harus dilakukan ekstraksi file .DAT dengan menggunakan DatCon atau www.mapsmadeeasy.com - koordinat jalur penerbangan selalu tersimpan didalam log pada storage UAV walaupun mode penerbangan tidak menggunakan GPS	- tersimpan didalam metadata file image ataupun video, untuk di analisis harus dilakukan konversi pada file gambar atau video dengan menggunakan tools PhotoMe	- koordinat jalur penerbangan tersimpan didalam log penerbangan, untuk di analisis harus dilakukan ekstraksi file .txt dengan menggunakan tools pada www.healtydrones.com

Tabel 4.25 Detail Karakteristik Temuan pada Perangkat UAV (Lanjutan)

No	Karakteristik Temuan	STORAGE		
		UAV	Kartu Memori Kamera	Kontroler (Smartphone)
7	Modifikasi Data	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tidak dapat dilakukan modifikasi data, karena pada storage UAV pengguna hanya dapat melakukan read pada log file.</li> <li>- Log file otomatis dibuat oleh sistem ketika melakukan penerbangan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- dapat dihapus atau dimodifikasi, akan tetapi file image ataupun video masih bisa dilakukan recovery dengan menggunakan tools FTK Imager</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- dapat dimodifikasi, ketika file dihapus investigator akan kesulitan dalam melakukan recovery karena akuisisi dilakukan secara logical</li> </ul>
8	Artefak parameter penerbangan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- dapat ditemukan setelah melakukan ekstraksi file .DAT, dan hasil ditemukan dengan format .csv</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- hanya dapat diketahui ketinggian dan koordinat pengambilan gambar ataupun video</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- dapat ditemukan dengan melakukan ekstraksi file .txt, dan dengan menggunakan tools pada <a href="http://www.healtdrones.com">www.healtdrones.com</a> parameter penerbangan dapat divisualisasikan</li> </ul>
9	Sistem pencatatan koordinat GPS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- penulisan koordinat GPS dilakukan sistem setiap millisecond selama sistem UAV dihidupkan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- penulisan koordinat GPS dilakukan pada metadata dari file image atau video berupa koordinat longitude dan latitude</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- penulisan koordinat GPS dilakukan sistem setiap millisecond selama sistem UAV dihidupkan</li> </ul>
10	File image dan video	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tidak dapat ditemukan, karena pada storage UAV hanya digunakan untuk mencatat log penerbangan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- dapat ditemukan, dan apabila dihapus masih bisa dilakukan recovery pada kartu memori kamera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- dapat ditemukan dengan mengekstraksi file .txt pada <a href="http://www.healtdrones.com">www.healtdrones.com</a></li> <li>- dapat ditemukan pada direktori cache didalam aplikasi DJI Go</li> </ul>
11	Informasi kekuatan sinyal, posisi kamera, mode penerbangan, kondisi sensor UAV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- dapat ditemukan akan tetapi hanya dalam bentuk data mentah pada log dengan ekstensi .DAT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tidak dapat ditemukan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- dapat ditemukan dalam bentuk data pada log dengan ekstensi .txt</li> <li>- dapat divisualisasikan dengan menggunakan tools pada <a href="http://www.healtdrones.com">www.healtdrones.com</a></li> </ul>
12	Informasi pengguna UAV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tidak dapat ditemukan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tidak dapat ditemukan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- dapat ditemukan didalam log dengan ekstensi .txt dengan melakukan ekstraksi menggunakan tools pada <a href="http://www.healtdrones.com">www.healtdrones.com</a></li> </ul>
13	Presentase temuan barang bukti digital	<b>50%</b>	<b>16,6%</b>	<b>99%</b>

Proses akuisisi *storage* yang terdapat pada awak pesawat UAV harus dilakukan dengan metode *Live* karena untuk dapat mengakses *storage* tersebut, UAV harus tersinkronasi dengan kontroler. Akan tetapi didalam *storage* tersebut tidak ditemukan file gambar ataupun video yang diambil menggunakan kamera UAV. Sedangkan pada kartu memori kamera UAV barang bukti digital yang ditemukan paling sedikit, akan tetapi untuk informasi koodinat lokasi GPS masih bisa ditemukan. Semua informasi yang didapat dari *storage* UAV dan *Memory card* kamera UAV pasti terdapat didalam *storage* kontroler (*smartphone*).

Sehingga dalam proses penyelidikan kasus kejahatan dengan menggunakan UAV, *smartphone* atau kontroler merupakan perangkat yang paling penting untuk diselidiki. Karena didalam perangkat tersebut terdapat informasi yang lebih lengkap jika dibandingkan dengan perangkat lainnya.

#### 4.6 Komparasi *Tools*

Pada penelitian ini digunakan lima macam aplikasi dalam melakukan investigasi terhadap UAV dan kontroler. Kelima aplikasi tersebut merupakan aplikasi gratis (*freeware*) yang memiliki fungsi masing-masing dalam melakukan analisis bukti digital dari dalam storage UAV. Adapun aplikasi tersebut berupa **FTK Imager**, **DatCon** dan **PhotoMe** yang berjalan pada komputer berbasis windows, dan digunakan aplikasi berbasis web pada alamat **www.mapsmadeeasy.com** dan **www.healthydrones.com**

Dalam melakukan komparasi, seluruh kemampuan forensik yang dapat dilakukan pada perangkat UAV dikumpulkan. Kemudian dari lima *tools* yang digunakan dalam foreksi UAV dilakukan komparasi antara *tools* satu dengan *tools* yang lainnya sesuai dengan kemampuan dalam melakukan forensik UAV. Perbandingan atau komparasi *tools* tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.26

**Tabel 4.26** Perbandingan Kemampuan Forensik *Tools*

No	Kemampuan forensik	FTK Imager	Dat Con	Photo Me	www.mapsmadeeasy.com	www.healthydrones.com
1	Imaging storage	√	-	-	-	-
2	Informasi metadata	√	-	-	-	-
3	Konfigurasi mode penerbangan	-	√	-	-	√
4	Koordinat GPS	√	√	√	√	√
5	Analisis file gambar	-	-	√	-	-
6	Notifikasi penerbangan	-	√	-	-	√

**Tabel 4.26** Perbandingan Kemampuan Forensik Tools (Lanjutan)

No	Kemampuan forensik	FTK Imager	Dat Con	Photo Me	www.mapsmadeeasy.com	www.healthydrones.com
3	Konfigurasi mode penerbangan	-	√	-	-	√
4	Koordinat GPS	√	√	√	√	√
5	Analisis file gambar	-	-	√	-	-
6	Notifikasi penerbangan	-	√	-	-	√
7	Ekstraksi log koordinat penerbangan	-	√	-	√	√
8	Ekstraksi artefak penerbangan	-	√	-	√	√
9	Ekstraksi jalur penerbangan	-	√	-	√	√
10	Ekstraksi file .DAT	-	√	-	√	-
11	Ekstraksi file .txt	-	-	-	-	√
12	Ekstraksi detail informasi UAV	-	-	-	-	√
13	Ekstraksi detail informasi pengguna UAV	-	-	-	-	√
14	Ekstraksi file gambar/video	√	-	-	-	√
15	Visualisasi jalur penerbangan dari file .DAT	-	-	-	√	-
16	Visualisasi jalur penerbangan dari file .txt	-	-	-	-	√
17	Visualisasi grafik ketinggian penerbangan file .DAT	-	-	-	√	-
18	Visualisasi grafik kecepatan penerbangan file .DAT	-	-	-	√	-
19	Visualisasi posisi gimbal kamera UAV	-	-	-	-	√
20	Visualisasi informasi kesehatan baterai UAV	-	-	-	-	√
21	Visualisasi informasi kesehatan sensor UAV	-	-	-	-	√

Dengan melihat pada tabel perbandingan kemampuan forensik *tools*, dapat diketahui tingkat kinerja dari lima *tools* yang digunakan tersebut. Dari 21 kemampuan forensik yang dapat dilakukan pada UAV, tiap *tools* memiliki tingkat kinerja sebagai berikut:

1. **FTK Imager**, dapat melakukan 4 hal dari total keseluruhan kemampuan forensik. Diketahui *tools* ini memiliki tingkat efektifitas kinerja sebesar **19%** dari keseluruhan kemampuan forensik.
2. **DatCon**, dapat melakukan 7 hal dari total keseluruhan kemampuan forensik. Diketahui *tools* ini memiliki tingkat efektifitas kinerja sebesar **33%** dari seluruh kemampuan forensik.
3. **PhotoMe**, dapat melakukan 2 hal dari total keseluruhan kemampuan forensik. Diketahui *tools* ini memiliki tingkat efektifitas kinerja sebesar **9%** dari seluruh kemampuan



forensik. Presentase rendah tools ini dikarenakan kemampuan utama PhotoMe hanya sebagai *tools* analisis gambar.

4. **www.mapsmadeeasy.com**, dapat melakukan 8 hal dari total keseluruhan kemampuan forensik. Diketahui *tools* ini memiliki tingkat efektifitas kinerja sebesar **38%** dari seluruh kemampuan forensik.
5. **www.healtdrones.com**, dapat melakukan 14 hal dari total keseluruhan kemampuan forensik. Diketahui *tools* ini memiliki tingkat efektifitas kinerja paling tinggi yaitu sebesar **66%** dari seluruh kemampuan forensik.

Sedangkan untuk detail kemampuan kelima aplikasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.27 Berikut:

**Tabel 4.27** Detail Kemampuan tools Forensik UAV

No	Nama Tools	Kemampuan	Presentase Kinerja
1	FTK Imager (Freeware)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Imaging storage</li> <li>• Export data-data dari storage</li> <li>• Konversi metadata file video               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Lokasi file video</li> <li>✓ Frame per second</li> <li>✓ Waktu pembuatan file</li> <li>✓ Resolusi file video</li> <li>✓ Koordinat GPS pembuatan file video</li> <li>✓ Ketinggian pengambilan file video</li> </ul> </li> </ul>	<b>19%</b>
2	DatCon (Freeware)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ekstraksi file .DAT</li> <li>• Informasi konfigurasi mode penerbangan               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mode lepas landas</li> <li>✓ Mode penerbangan</li> <li>✓ Durasi penerbangan</li> <li>✓ Koordinat lokasi GPS Home Point</li> </ul> </li> <li>• Ekstraksi log koordinat penerbangan</li> <li>• Ekstraksi Artefak penerbangan               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Waktu penerbangan</li> <li>✓ Kekuatan sinyal GPS</li> <li>✓ Ketinggian</li> <li>✓ Kecepatan</li> <li>✓ Accelerometer</li> <li>✓ Gyro</li> <li>✓ Roll</li> <li>✓ Pitch</li> <li>✓ Yaw</li> <li>✓ Jarak penerbangan</li> <li>✓ Voltase baterai UAV</li> <li>✓ Kapasitas baterai UAV</li> </ul> </li> </ul>	<b>33%</b>

**Tabel 4.27** Detail Kemampuan tools Forensik UAV (Lanjutan)

No	Nama Tools	Kemampuan	Presentase Kinerja
3	PhotoMe (Freeware)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analisis file gambar</li> <li>• Konversi koordinat GPS file gambar</li> <li>• Informasi ketinggian pembuatan file gambar</li> <li>• Resolusi file gambar</li> <li>• Setting kamera</li> <li>• Ukuran file gambar</li> <li>• Waktu pembuatan file gambar</li> </ul>	9%
4	www.mapsmadeeasy.com (web based)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ekstraksi file dengan tipe .DAT</li> <li>• Visualisasi log penerbangan dari file dengan ekstensi .DAT</li> <li>• Data log koordinat penerbangan</li> <li>• Data jalur penerbangan</li> <li>• Data artefak penerbangan                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ketinggian penerbangan</li> <li>✓ Velocity</li> <li>✓ Ground speed</li> <li>✓ Accelerometer</li> <li>✓ Gyro</li> <li>✓ Waktu penerbangan dilakukan</li> </ul> </li> <li>• Visualisasi jalur penerbangan</li> <li>• Visualisasi grafik ketinggian penerbangan</li> <li>• Visualisasi grafik kecepatan penerbangan</li> </ul>	38%
5	www.healthdrones.com (web based)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ekstraksi file dengan tipe .txt</li> <li>• Visualisasi log penerbangan dari file dengan ekstensi .txt</li> <li>• Detail informasi UAV                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Nama UAV</li> <li>✓ Durasi penerbangan</li> <li>✓ Kondisi baterai</li> <li>✓ Informasi software penerbangan</li> <li>✓ Total jarak tempuh penerbangan</li> <li>✓ Jarak maksimal penerbangan</li> <li>✓ Ketinggian maksimal</li> <li>✓ Kecepatan maksimal</li> <li>✓ Temperatur baterai</li> <li>✓ Data log koordinat jalur penerbangan</li> </ul> </li> <li>• Informasi notifikasi ketika penerbangan</li> <li>• Detail informasi pengguna UAV                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Nama pilot</li> <li>✓ Nama organisasi pilot</li> <li>✓ Lokasi take off</li> <li>✓ Ketinggian pada saat take off</li> <li>✓ Alamat pengguna UAV</li> <li>✓ Koordinat lokasi terakhir diketahui</li> </ul> </li> <li>• Data file gambar/video pada saat penerbangan</li> <li>• Visualisasi posisi kamera pada saat pengambilan gambar/video</li> <li>• Informasi kesehatan baterai UAV                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Efisiensi baterai</li> <li>✓ Voltase dan arus listrik baterai</li> <li>✓ Informasi baterai</li> </ul> </li> <li>• Informasi kesehatan sensor UAV                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Sinyal error</li> <li>✓ Kekuatan sinyal</li> <li>✓ Kekuatan GPS</li> </ul> </li> <li>• Informasi kesehatan kontroler UAV</li> </ul>	66%

Dari tabel perbandingan tersebut dapat dilihat bahwa dengan menggunakan aplikasi dari **DatCon**, [www.mapsmadeeasy.com](http://www.mapsmadeeasy.com) dan [www.healthydrones.com](http://www.healthydrones.com), data-data artefak penerbangan bisa diambil dan dilihat. Akan tetapi pada aplikasi **DatCon**, data penerbangan tersebut tidak dapat divisualisasikan seperti halnya pada aplikasi berbasis web di [www.mapsmadeeasy.com](http://www.mapsmadeeasy.com) dan [www.healthydrones.com](http://www.healthydrones.com).

Sedangkan aplikasi **FTK Imager** dan **PhotoMe** hanya dapat digunakan untuk menampilkan informasi dari hasil konversi file gambar dan video. Kedua aplikasi tersebut tidak dapat digunakan untuk menginvestigasi data penerbangan yang terdapat didalam storage UAV maupun kontroler.

