

# Analisa Perencanaan dan Hasil Uji Terbang LSU-01 untuk Pemotretan Wilayah Longsor Banjarnegara

Agus Wiyono, Ari Sugeng Budiyanata

Pusat Teknologi Penerbangan. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional. Jl. Raya Rumpin Sukamulya Bogor.

Email: [agus.wiyono@lapan.go.id](mailto:agus.wiyono@lapan.go.id) , [arsbnamea@yahoo.co.id](mailto:arsbnamea@yahoo.co.id)

**Abstrak** – Pesawat LSU-01 (LAPAN Surveillance UAV-01) merupakan pesawat tanpa awak yang dikembangkan oleh LAPAN. Pesawat ini dapat terbang secara autonomus atau terbang secara otomatis dengan sistem kontrol yang ditanam didalamnya. Spesifikasi dari pesawat LSU-01 yaitu panjang wingspan (panjang sayap) sebesar 1900 mm dan panjang fuselage (bodi) sebesar 1150 mm. Pesawat LSU-01 terbuat dari bahan styrofoam yang ringan. Pesawat LSU-01 memiliki kemampuan membawa muatan kamera dengan lama terbang 50 menit pada kapasitas baterai 10000mAh. Pesawat LSU-01 telah digunakan untuk melakukan pemotretan udara pada lokasi longsor di Kecamatan Karangkoar Banjarnegara. Telah dilakukan analisa untuk perencanaan penerbangan dengan metode sapuan dengan desain overlap foto sebesar 60% dan penentuan jalur terbang (waypoints) yang efektif. Dengan jarak lokasi take-off dan landing pesawat ke arah lokasi longsor sejauh 1850 meter dan jalur sapuan sebanyak 11 kali didapatkan hasil perencanaan yaitu jarak tempuh total pesawat yaitu 16,3 km. Setelah uji terbang dilakukan dilokasi longsor Banjarnegara didapatkan lama penerbangan yaitu 21 menit dengan kecepatan rata-rata 12,9 m/s dan pesawat dapat mengikuti jalur pengamatan yang sudah di desain dari awal. Dari hasil pemotretan ini didapatkan hasil daerah longsor dapat dipotret dengan baik dan dapat dimosaik sehingga menghasilkan gambar daerah longsor lengkap.

**Kata kunci:** LSU-01, jalur terbang, longsor banjarnegara

## PENDAHULUAN

Banjarnegara merupakan sebuah kabupaten di propinsi Jawa Tengah yang memiliki daerah berbukit-bukit terutama di dekat lereng gunung Dieng. Kawasan ini dalam data Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG) bersama Wonosobo dan Gunung Dieng memang merupakan daerah rawan bencana longsor. Hal itu ditandai dengan kontur tanah yang terjal sampai curam, batuan yang gembur dan struktur tanah yang dibentuk dari tanah lempung [1][2][3]. Untuk mengetahui potensi longsor susulan perlu dilakukan pengambilan gambar secara visual agar kondisi nyata dilokasi longsor bisa di ketahui.

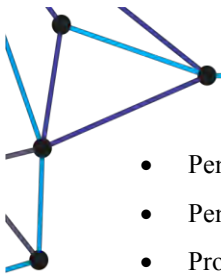
Pesawat LSU-01 merupakan pesawat tanpa awak yang dikembangkan di LAPAN Pustekbang dengan sumber energi terbang memakai baterai. Pesawat LSU 01 memiliki kemampuan membawa muatan yang menjadikan berat total pesawat sampai 3 kg[4]. Dengan kemampuan membawa kamera ini maka pesawat LSU 01 dimanfaatkan untuk melakukan pemotretan udara Lokasi bencana longsor di Karangkoar Banjarnegara. Paper ini membahas analisa perencanaan dan hasil uji terbang LSU-01 LAPAN untuk pemotretan udara Lokasi bencana longsor di Karangkoar Banjarnegara.

## PERENCANAAN UJI TERBANG LSU-01

Lokasi longsor Karangkoar Banjarnegara terletak di daerah berbukit-bukit. Survei ke lokasi longsor dilakukan pada tanggal 18 Desember 2014. Dari kota banjarnegara lokasi longsor bisa ditempuh dalam waktu 1,5 jam dan melewati jalan dusun yang curam dengan kecuraman mencapai 30 derajat. Pemotretan udara dilokasi longsor Karangkoar Banjarnegara dilakukan dengan pertimbangan beberapa aspek teknis dan pendukung terbang seperti keefektifan lokasi peluncuran dan waktu peluncuran. Lokasi peluncuran pesawat yang memiliki jarak relatif dekat dengan lokasi longsor akan memberikan durasi terbang lebing panjang dibandingkan lokasi yang lebih jauh. Hal ini terjadi karena jarak tempuh pesawat yang lebih pendek.

Pesawat yang digunakan yaitu LSU 01 LAPAN dengan spesifikasi[5]

- Bahan dari Stereofom ( ringan dan tahan air)
- Panjang Fuselage 115 cm
- Panjang sayap 1900 cm



- Penggerak motor brushless 800-1200 KV
- Pengendali kecepatan elektronik dengan arus sampai 40 A
- Propeller 8x6
- Berat pesawat sampai 3000 g



Gambar 1. Pesawat LSU 01 LAPAN

Perencanaan pemotretan Lokasi bencana longsor di Karangobar Banjarnegara dilakukan perhitungan berdasarkan kemampuan pesawat LSU 01. Untuk Take Off dibutuhkan area penerbangan berupa lapangan agar proses penerbangan berhasil dengan baik. Pesawat LSU-01 mampu terbang dengan cara dilempar dengan kecepatan minimum untuk mengudara diatas 30 km/jam atau 8,3 m/s[6]. Dengan dilempar kecepatan minimal ini akan dapat dicapai dengan kondisi *throttle* penuh. Sesuai dengan spesifikasi pesawat dengan kecepatan climb 3 m/s maka di butuhkan lapangan yang memilki kondisi bebas dengan jarak minimal 45 meter. Hal ini di desain dengan asumsi ketinggian bebas di sekitar lapangan lebih dari 9 meter. Dengan kecepatan pesawat yang direncanakan adalah 12,5 m/s maka jarak take-off di dapatkan dari persamaan

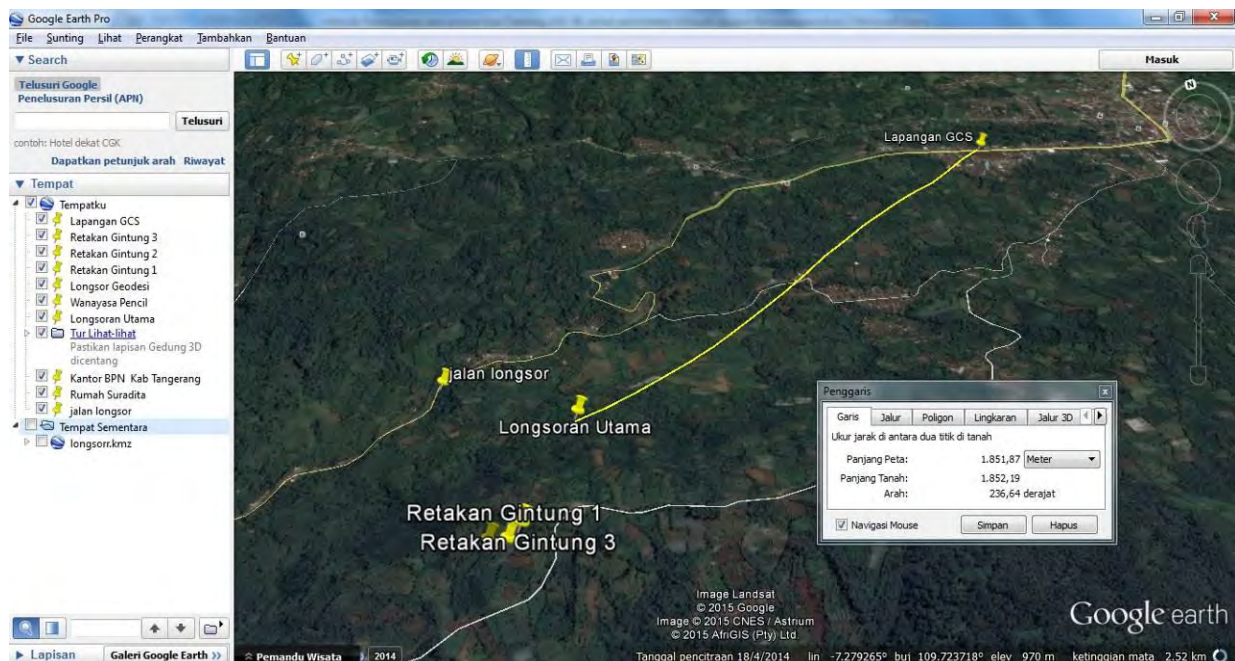
$$S_{TO} = \frac{h_{free}}{v_{climb}} \times v_{take-off} \dots\dots\dots 1)$$

Dimana,  $S_{TO}$  adalah jarak take off,  $h_{free}$  adalah ketinggian bebas,  $v_{climb}$  adalah kecepatan naik pesawat dan  $v_{take-off}$  adalah kecepatan take-off pesawat. Dari persamaan diatas didapatkan jarak take off pesawat 37,5 meter dengan jarak lari untuk melempar sejauh 7,5 meter sehingga total jarak takeoff 45 meter. Di sesuaikan dengan perencanaan setelah dilakukan survei di dapatkan lokasi penerbangan yang cocok yaitu berupa lapangan sekolahan seperi di ditampilkan pada gambar 2.



Gambar 2. Lokasi lapangan yang ditetapkan sebagai lokasi Take-Off dan Landing LSU-01

Berdasarkan informasi group kaji Tim bencana longsor Banjar negara titik rawan longsor di daerah Banjarnegara ada titik longoran utama dan potensi longsor susulan di daerah retakan gantung, Koordinat yang diberikan Tim Kaji longsor di bawah pimpinan BNPB banjarnegara ditampilkan pada google Earth pada gambar 3.



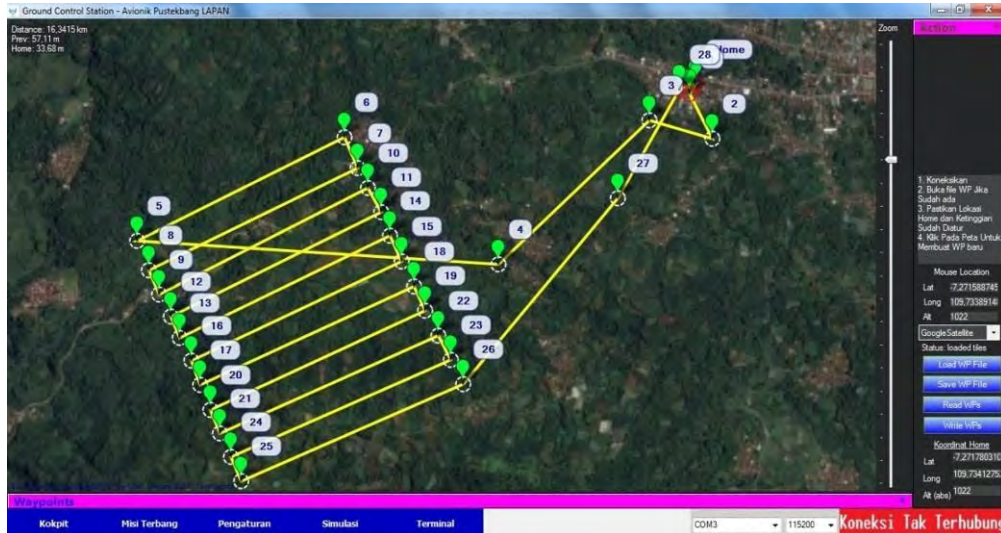
Gambar 3. Koordinat lokasi longsor di Karangkoobar Banjarnegara

Dari lokasi longsor jarak ke lapangan take-off dan Ground Control Station sekitar 1850 meter. Dengan jarak ini maka diharapkan pesawat LSU-01 dapat terbang secara optimal. Ketinggian *Home* sekaligus penempatan Ground Control Station (GCS) di 1022 meter di atas permukaan laut. Dari gambar 3 di ketahui orientasi posisi lapangan GCS terhadap lokasi longsor yang akan dipotret dari udara.

Untuk penerbangan misi pemantauan longsor banjarnegara energi baterai didesain mampu menyuplai selama penerbangan atau lebih besar untuk menjamin pesawat dapat menyelesaikan misinya dan kembali dengan selamat. Dengan nilai arus rata rata pada terbang cruise di 7 Ampere dan lama terbang diperkirakan 20 menit

maka kebutuhan kapasitas daya minimal yaitu 2333 mAh. Untuk meningkatkan keberhasilan misi maka kapasitas baterai yang dipasang 4 kali dari daya minimal yaitu 10000mAh.

Untuk desain jalur terbang atau waypoint pemotretan lokasi longsor, diasumsikan ketinggian pemotretan optimal pada lokasi longsor sama dengan ketinggian lapangan GCS[6]. Oleh karena itu dengan mengambil ketinggian terbang terhadap tanah 300 meter maka ketinggian terbang untuk pemotretan di ketinggian 1322 meter di atas permukaan laut. Jalur terbang yang didesain ditampilkan pada gambar 4.



Gambar 4. Desain Waypoint untuk pemotretan udara lokasi longsor Karangkoar Banjarnegara

Total waypoint yang dibuat yaitu 28 buah waypoint dengan jalur naik sebanyak 4 tahap yaitu ketinggian 80 meter, 200 meter, 250 meter dan 300 meter dari ketinggian Home (lokasi peluncuran). Jalur sapuan untuk lokasi longsor ini dibuat sebanyak 11 jalur dengan tujuan mampu memotret keseluruhan lokasi longsor dan juga lokasi potensi longsor karena retakan gantung. Jalur sapuan yang dibuat mengarah pada sudut 243 derajat dari arah utara dan arah sebaliknya. Dengan arah sapuan ini akan didapatkan gambar dengan level ketinggian sama pada satu arah sapuan.

Misi pemotretan dengan LSU-01 menggunakan muatan berupa kamera pocket jenis Canon S100 dimana pengaturannya dengan nilai delay pemotretan dibuat tetap dengan rentang 3 detik sekali. Kamera yang digunakan sebagai muatan LSU-01 ditampilkan pada gambar 5. Spesifikasi camera Canon S100 yaitu High-sensitivity CMOS 12.1 MP Canon, HS System with DIGIC 5, Focal Length 5.2 – 26.0 mm (35 mm equivalent: 24 – 120 mm), Lens Control Ring and NR control RAW, GPS LOG [NMEA 0183 message format compliant], Dimensions (WxHxD) 98.9 x 59.8 x 26.7 mm, Large 7.5 cm (3.0") LCD, High-speed Burst HQ, Smart Auto, Multi-area WBOptional Waterproof Case.[5]



Gambar 5. Kamera S100 sebagai muatanm LSU-01 untuk pemotretan longsor Banjarnegara

## HASIL KEGIATAN DAN PEMBAHASAN

Dari kegiatan yang dilaksanakan pada tanggal 16-19 Desember 2014 didapatkan hasil sebagai berikut. Untuk Take Off dari ketinggian 1022 meter di atas permukaan laut pesawat LSU-01 berhasil take off dengan dilempar sesuai dengan perencanaan. Take-off dengan dilempar ditampilkan pada gambar 5.



Gambar 5. Pesawat LSU-01 berhasil Take-off dengan dilempar sesuai dengan perencanaan . (Dokumentasi Bidang Avionik Pustekbang-LAPAN)

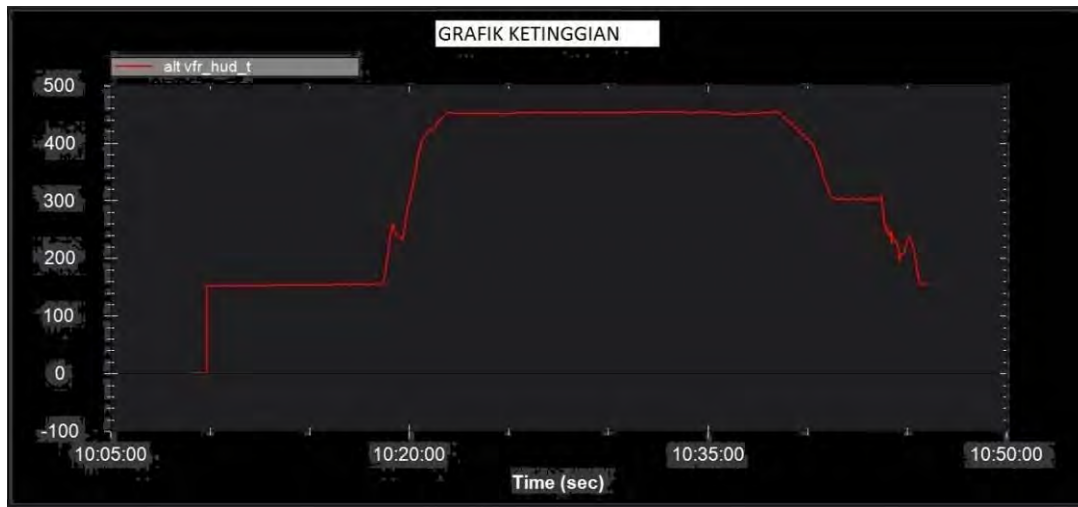
Untuk Take-Off pesawat diterbangkan dengan mode stabil dan dikendalikan oleh Pilot dengan Remote Kontrol. Setelah pesawat melakukan terbang dan mencapai ketinggian 80 meter pesawat diberi perintah untuk masuk ke mode autonomous dimana pesawat akan melakukan proses terbang mengikuti jalur waypoint yang sudah didesain dan dimasukkan dimemori pesawat. Posisi, sikap pesawat dan ketinggian mamapu dipantau melalui ground control station. Untuk memudahkan mobilisasi GCS menggunakan laptop dan dudukan portabel lengkap dengan dudukan radio telemetri.



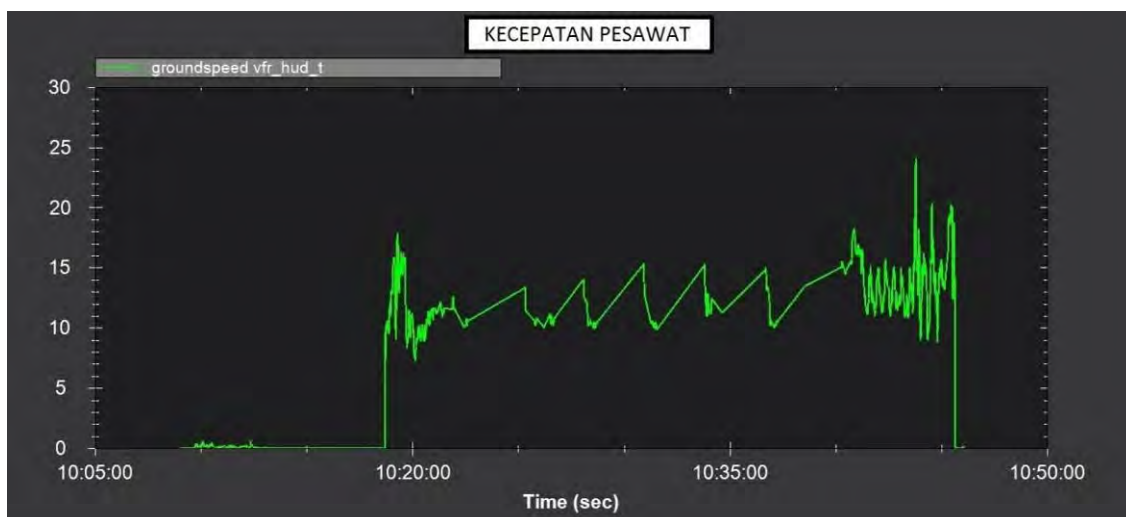
Gambar 5. Pemantauan posisi, sikap dan ketinggian pesawat LSU-01 dengan GCS portable. (Dokumentasi Bidang Avionik Pustekbang-LAPAN)

Dari data telemetri yang diterima Ground Control Station dapat dianalisa bahwa ketinggian terbang pesawat sesuai dengan yang direncanakan yaitu 300 meter dari permukaan tanah di tempat take-off. Pembacaan altitude pesawat pada saat take-off bernilai 160 meter dimana nilai ini dijadikan acuan 0 meter ketinggian tanah. Pada saat terbang melakukan pemotretan lokasi longsor ketinggian pesawat tercatat 460 meter. Dengan offset

permukaan tanah 130 meter maka ketinggian pesawat terhadap permukaan tanah adalah 300 meter. Besarnya ketinggian terbang pesawat selama proses pemotretan ditampilkan pada gambar 6.



Gambar 6. Grafik ketinggian terbang pesawat LSU-01 pada misi pemotretan longsor Banjarnegara

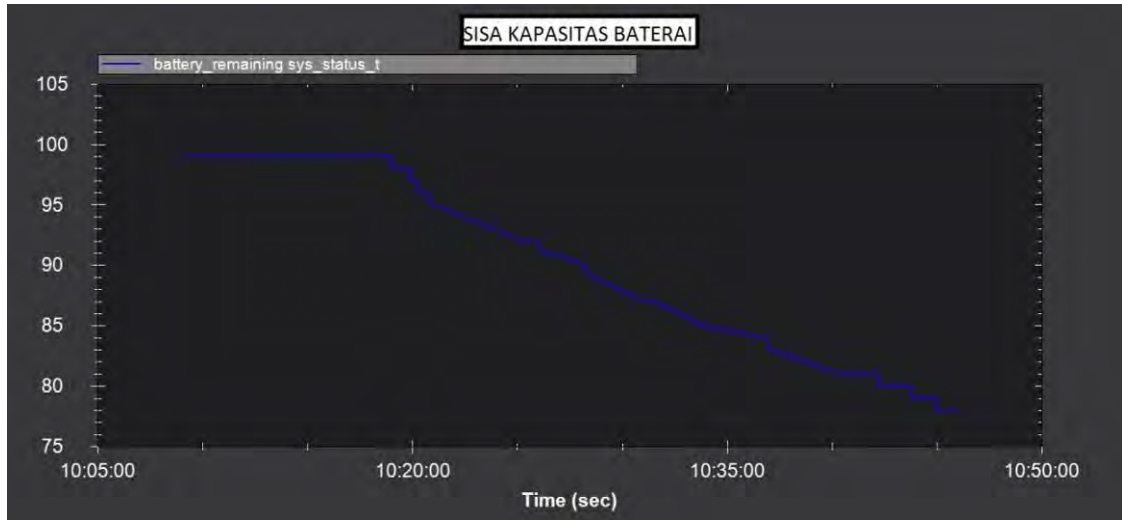


Gambar 7. Grafik kecepatan terbang LSU-01 (ground speed) pada misi pemotretan longsor Banjarnegara

Dari gambar 7 dapat diketahui bahwa pesawat melakukan terbang pada saat take-off dengan kenaikan kecepatan yang tinggi hingga 17 m/s. Hal ini karena daya dorong pesawat dibuat maksimal untuk mencapai ketinggian yang sesuai di rencanakan yaitu 80 meter. Dari grafik diketahui ketinggian 80 meter dicapai dalam waktu 120 detik. Kecepatan pesawat mendekati nilai rata-rata yang di rencanakan yaitu 12,5 m/s setelah pesawat diubah ke mode kendali otomatis. Kecepatan real setelah dirata-rata sebesar 12,9 m/s. Dari grafik 7 terlihat terjadi fluktuasi kecepatan terbang. Hal ini terjadi karena ada gangguan angin yang menyebabkan kecepatan ground speed lebih tinggi dari perencanaan ketika ada angin datang dari belakang pesawat dan ground speed lebih lambat dari perencanaan ketika angin berhembus dari depan pesawat. Lama penerbangan dari grafik dapat diketahui selama 21 menit yaitu mengesualikan saat pesawat loiter akan mendarat.

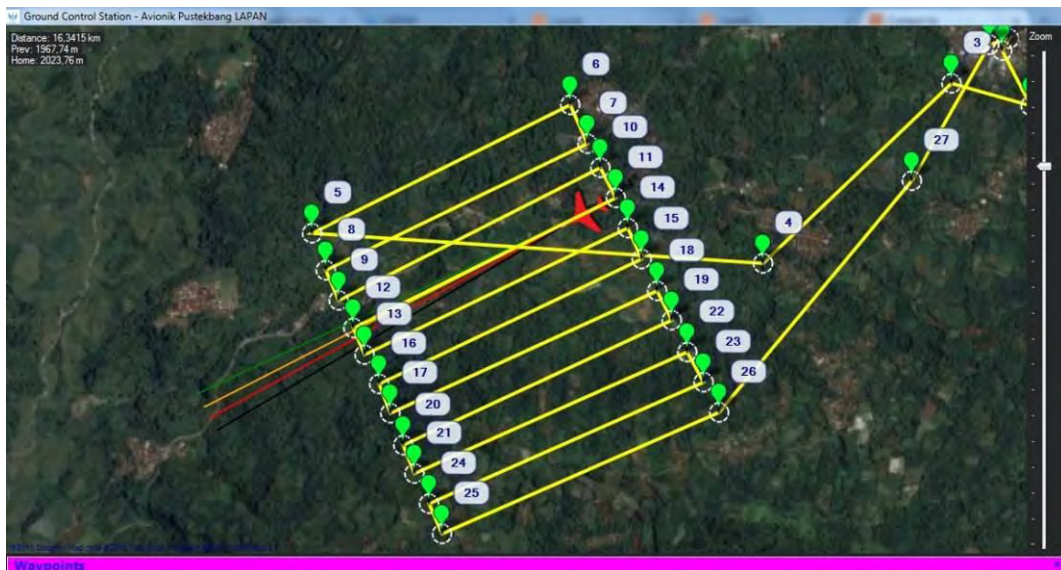
Kebutuhan energi untuk daya pesawat di suplai dari baterai jenis *lithium polymer* dengan kapasitas 10000mAh. Penggunaan energi baterai pada misi ini dapat dipenuhi dengan baik dengan hasil pesawat dapat landing di tempat seharusnya yaitu di Lapangan GCS. Penggunaan energi dari baterai untuk keseluruhan misi menghabiskan 30% kapasitas baterai. Kapasitas baterai yang tersisa setelah penerbangan sebesar 70% dari 10000mAh yaitu 7000mAh. Berarti penggunaan kapasitas baterai untuk penerbangan sebesar 3000mAh. Sisa kapasitas energi dari baterai sampai misi pemotretan selesai dilaksanakan ditampilkan pada gambar 8. Nilai penggunaan kapasitas baterai lebih besar dari perencanaan karena kondisi *full throttle* saat take-off akan

memakan kapasitas baterai lebih banyak dari pada saat cruise. Dan juga angin dari depan akan menaikkan kebutuhan energi untuk terbang.



Gambar 8. Grafik kapasitas Baterai pada misi pemotretan longsor Banjarnegara

Pesawat LSU-01 pada saat melakukan pengambilan gambar dapat mengikuti jalur waypoint (jalur terbang) yang telah didefinisikan saat sebelum terbang. Hal ini menunjukkan bahwa sistem kendali pesawat dapat bekerja dengan baik berdasarkan parameter kendali yang di masukkan ke pesawat. Penampakan pesawat yang mampu mengikuti jalur terbang yang di berikan dan terpantau di GCS ditampilkan pada gambar 9.



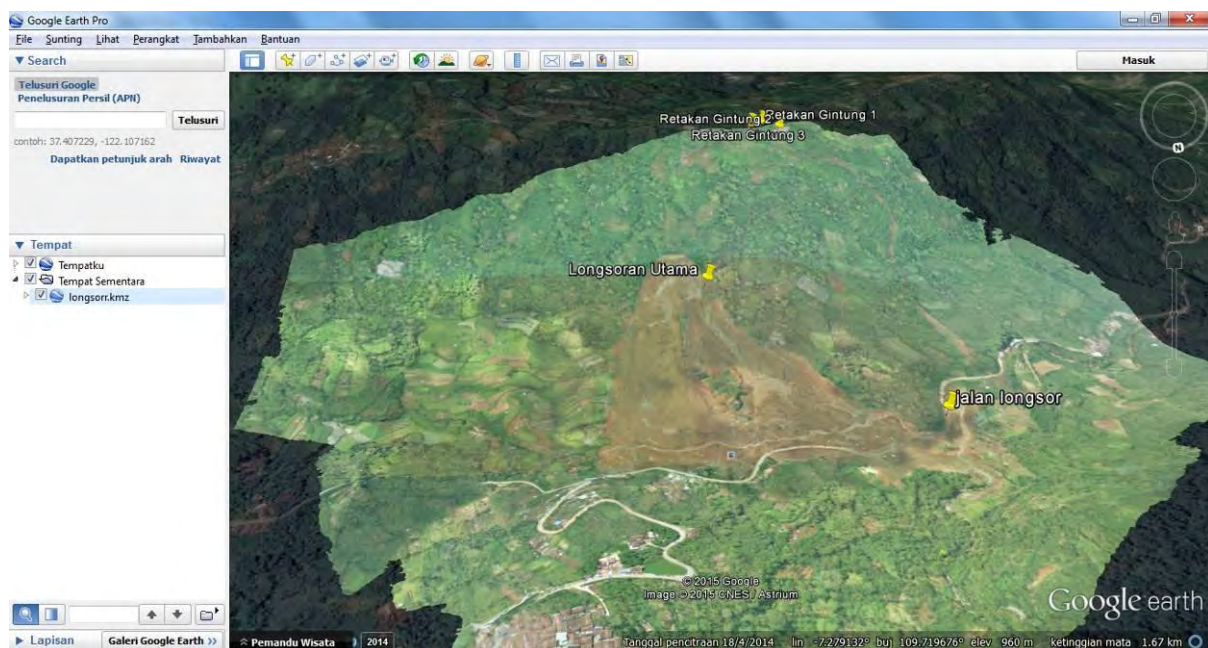
Gambar 9. Pesawat LSU-01 mengikuti jalur terbang yang telah direncanakan sebelumnya

Setelah proses pengambilan gambar dengan pesawat LSU-01 selesai dapat diketahui bahwa muatan kamera mampu melakukan pemotretan sebanyak 420 gambar mencakup seluruh area yang dilewati jalur terbang pesawat. Contoh gambar foto tanah longsor dari hasil pemotretan udara dengan LSU-01 di Banjarnegara ditampilkan pada gambar 10.



Gambar 10. Contoh gambar foto tanah longsor dari hasil pemotretan udara dengan LSU-01 di Banjarnegara

Setelah hasil foto di mosaik dengan software pengolah data maka didapatkan hasil gambar lengkap lokasi tanah longsor di banjarnegara. hasil ini di masukkan pada aplikasi google earth dan terlihat peta lokasi longsor dan juga lokasi retakan gantung. Hasil mosaik dari foto hasil pemotretan LSU-01 dengan muatan kamera S100 yang sudah di masukkan ke google earth ditampilkan pada gambar 11. Dari hasil tersebut menunjukkan pesawat dapat terbang sesuai jalur yang direncanakan dan hasil foto yang didapatkan sesuai dengan yang direncanakan yaitu overlap 60%. dan dapat dimosaik dengan baik.



Gambar 11. Hasil pemotretan LSU-01 dengan muatan kamera dimosaik dan dimasukkan ke aplikasi google earth





Gambar 12. Retakan Gintung terlihat dengan jelas dari hasil mosaik yang diperbesar

Dari gambar 12, daerah retakan gintung terlihat dengan jelas dari hasil mosaik yang diperbesar yaitu tanah sudah terpecah dan beresiko terjadi longsor. Dari semua hasil ini menunjukkan bahwa pesawat LSU-01 dapat terbang mengikuti jalur yang direncanakan sehingga mampu mengambil gambar pada lokasi longsor dan retakan gintung dengan baik.

## KESIMPULAN

Pesawat LSU-01 LAPAN mampu melakukan pemotretan udara di lokasi longsor Banjarnegara dengan perencanaan desain jalur terbang mencakup longsor utama dan sampai retakan gintung. Pesawat LSU -01 dapat take-off dengan dilempar dan naik terbang dengan kecepatan groundspeed rata rata 12,9 m/s. Dengan jalur terbang (sapuan) sebanyak 11 jalur dapat di hasilkan gambar dengan overlap lebih 60% dan dapat dimosaik. Pada pemotretan udara ini menggunakan kapasitas baterai sebesar 30% dari kapasitas total. Lama penerbangan untuk pemotretan udara yaitu 21 menit dan mampu menghasilkan 420 foto. Dari hasil mosaik foto dapat diketahui lokasi tepat longsor dan retakan tanah gintung yang berpotensi terjadi longsor.

## DAFTAR PUSTAKA

- Zakaria, I. 2014. Bencana di Penghujung Tahun. <http://news.liputan6.com/read/2150270/bencana-di-penghujung-tahun> di akses 26 Desember 2014.
- TEMPO.CO.2014. Ada Pergerakan Tanah, Warga Banjarnegara Panik. <http://www.tempo.co/read/news/2014/12/17/058629057/Ada-Pergerakan-Tanah-Warga-Banjarnegara-Panik> diakses 26 Desember 2014.
- Mochammad Aziz ST MT. 2014. Karangobar; Kajian Longsor Banjarnegara, Dusun Jemblung. <http://mediacenter.or.id/respon2/reports/view/320#.VMPC18lrwek> di akses 26 Desember 2014.
- Wiyono.Agus. 2014. Pemotretan lokasi bencana longsor Karang kobar banjarnegara dengan lsu-01. Technical Report- 02 Desiminasi Pusat Teknologi Penerbangan. Bogor.
- Gunawan, S.P dkk. 2013. *Small UAV Application for Mitigation Disaster at Mount Merapi*. UAV World” 6th International Conference, Frakurt/Main, Germany.
- Wiyono.Agus. 2014. Pemotretan Gunung Merapi Dengan LSU -01. Technical report - 01. Desiminasi pusat teknologi penerbangan. Bogor.