

ESTIMASI DAYA LSU 05 UNTUK WAKTU TERBANG LIMA JAM

(POWER ESTIMATION LSU 05 TO FLY FIVE TIME CLOCK)

Iwan Nofi Yono Putro, Yanuar Prabowo, Ari Sugeng Budiyanta, Yudha Agung Nugroho
Pusat Teknologi Penerbangan
Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN)
Jalan Raya Lapan, Sukamulya, Rumpin, Bogor, Indonesia
Pos El : iwan.nofi@lapan.go.id

Abstrak

Daya listrik merupakan hal yang tidak bisa ditinggalkan dalam sebuah UAV. Kelistrikan digunakan dalam kendali terbang dan pengiriman data selama terbang serta navigasi UAV. Ketika kita berbicara kelilistrikan maka hal tersebut tidak bisa dipisahkan dengan piranti penyimpan daya listrik. Disini piranti penyimpan daya listrik adalah berupa baterai. Untuk mendapat kinerja UAV yang maksimal tidak akan bias tercapai jika kelistrikannya tidak memadai. Akan tetapi semakin banyak jumlah baterai yang digunakan akan menimbulkan masalah tersendiri yaitu menambah berat UAV. Untuk mendapatkan waktu terbang 5 jam diperlukan daya listrik yang cukup sehingga ketika misi terbang bisa berjalan lancar tanpa terjadi kekurangan daya listrik. Setelah memperoleh data kebutuhan energy listrik pada LSU 05. Peneliti mencoba membandingkan secara perhitungam berdasar data awal yang diambil jumlah baterai tanpa generator listrik pada engine dan jumlah baterai dengan generator listrik pada engine. Jika hanya menggunakan baterai saja maka diperlukan baterai yang cukup banyak sehingga akan menjadi beban tersendiri bagi UAV. Oleh karena itu dalam LSU 05 akan dikombinasikan dengan generator listrik yang tergabung pada engine. Generator listrik digunakan untuk membantu daya listrik pada LSU 05. Dengan kombinasi tersebut diharapkan terjadi optimalisasi daya kelistrikan yang cukup dengan tidak mengabaikan berat UAV karena akumulasi berat baterai yang dibawa. Setelah melalui serangkaian percobaan awal dan perhitungam maka didapat bahwa penggunaan baterai dikombinasikan dengan generator listrik lebih efektif karena bisa memangkas baterai hingga 4 baterai atau jika dikalkulasi dengan berat bisa mencapai 2400 gram untuk durasi 5 jam terbang LSU 05.

Kata kunci: daya listrik uav, lsu 05, optimalisasi baterai uav.

Abstract

Electric power is a thing that can not be left in a UAV. Electricity used in fly control and data transmission during flight and navigation UAV. When we talk kelilistrikan then it can not be separated by the electric power storage device. Here the electric power storage device is in the form of batteries. To get the maximum performance of the UAV will not be achieved if electrical bias is inadequate. But the greater number of used batteries that would cause its own problems which add weight UAV. To get the required 5 hours flying time enough electricity so that when the fly mission could run smoothly without any shortage of electric power. After obtaining the data needs of the electrical energy in the LSU 05. The researchers tried to compare it perhitungam based on initial data taken number of batteries without electricity generator on the engine and the number of batteries with an electric generator on the engine. If you only use the battery only, the battery takes quite a lot so it will be a burden for the UAV. Therefore, the LSU 05 will be combined with an electric generator that is incorporated in the engine. Electrical generator is used to help power the LSU 05. With the combination is expected to occur optimization of electrical power enough to not ignore the weight of UAV due to the accumulation of heavy batteries were taken. After a series of initial experiments and calculations it is found that the use of batteries in combination with an electric generator is more effective because it could cut up to 4 batteries or battery if calculated by weight can reach 2400 grams for a duration of 5 hours of flying LSU 05.

Key words: electrical power uav, lsu 05, optimizing battery uav.

1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki wilayah yang luas, oleh karena itu dibutuhkan sarana untuk pemantauan wilayah tersebut. Tren penggunaan UAV untuk pemantauan saat ini semakin meningkat. Akan tetapi durasi terbang UAV terbatas. Untuk mendapatkan durasi terbang yang cukup perlu diperhitungkan bahan bakar dan juga daya kelistrikan UAV. Bahan bakar digunakan untuk mensuplay engine. Sedangkan kelistrikan digunakan untuk elemen-elemen kelistrikan seperti telemetri, motor servo dan lain sebagainya. Menurut jenis penyuplay kelistrikan UAV bisa dibagi menjadi 3 :

- a. Baterai
- b. Non baterai (generator / solar cell)
- c. Kombinasi baterai dan non baterai

LSU 05 merupakan UAV pengembangan dari LAPAN. Didalam tulisan ini penulis mencoba mengoptimalkan durasi terbang UAV dari sisi daya kelistrikannya. Perhitungan daya kelistrikan tidak kalah pentingnya dibandingkan perhitungan bahan bakar engine. Karena jika kelistrikan kekurangan daya maka telemetri bisa mati sehingga UAV tidak dapat terpantau lokasinya. Selain itu ketika kelistrikan kehabisan daya maka motor servo tidak dapat bekerja sehingga flap, aileron , rudder begitu juga elevator tidak bisa dikendalikan alias UAV tidak terkendali lagi.

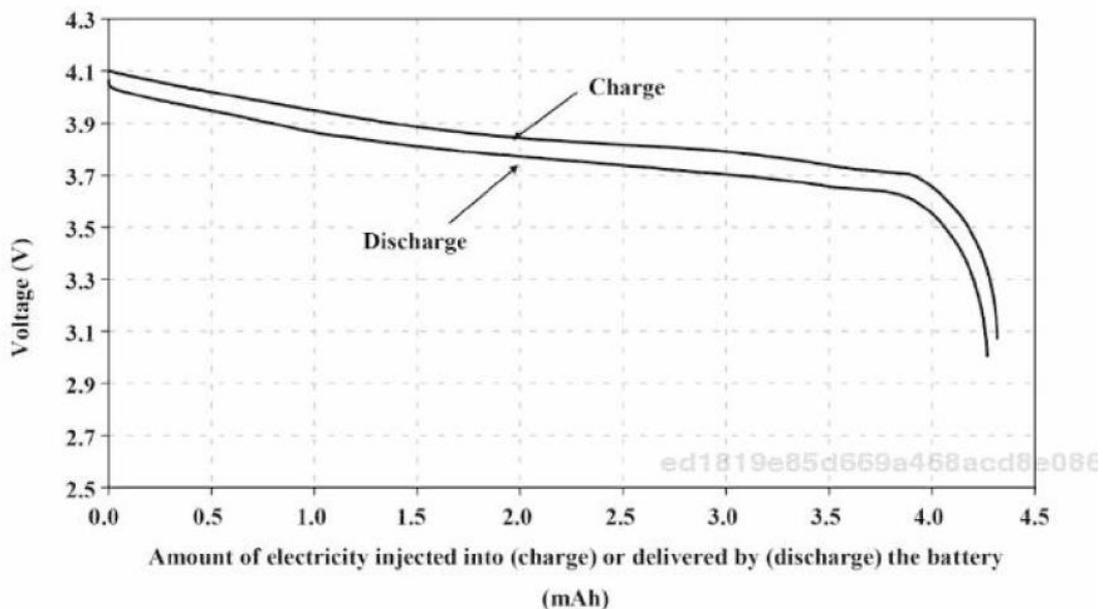
Penggunaan baterai pada UAV perlu diperhitungkan secara cermat karena berat baterai akan mempengaruhi berat UAV tersebut. Sehingga saat ini banyak muncul UAV kombinasi antara baterai dengan non baterai baik solar cell ataupun dengan generator listrik yang menyatu pada engine UAV tersebut.

Drone adalah istilah lain dari pesawat tak berawak. [7] Memprediksi apakah baterai drone berisi cukup untuk mendukung operasi selama rencana penerbangan sangat penting, sehingga baterai sisa akan lebih baik daripada terjadi kekurangan baterai ketika dalam misi. [4] Melihat kondisi tersebut maka perlu kiranya diperhitungkan semua elemen elektrik yang ada dalam drone ini. Adapun rumus perhitungan daya dalam setiap satuan waktu adalah seperti dibawah ini. [9]

$$P = V \times I$$

Dari daya yang didapat dalam setiap detik tersebut maka perlu kita perhitungkan daya yang digunakan selama misi berlangsung sehingga akan diketemukan daya listrik yang dibutuhkan selama misi berjalan. Dalam LSU 05 ini dirancang sistem kelistrikan dengan 2 buah sumber listrik yang dihubungkan secara parallel dengan beban yaitu baterai dan generator listrik yang menjadi satu dengan engine UAV. Generator listrik ini mampu menghasilkan daya 80 Watt. [1] Sedangkan baterai yang di gunakan adalah LIPO 4 cell 16,8 V dengan arus 5,8 AH. [10]

Baterai yang kita gunakan dalam LSU 05 ini adalah jenis Battery Lipo 4S – 5800AH. Sedangkan untuk karakteristik dari baterai jenis ini dapat dilihat dalam gambar 1.



Gambar 1-1 Karakteristik Baterai LIPPO [6]

Selain karakter penggunaan yang cukup bagus baterai jenis ini juga cukup aman dari ledakan berlebihan ketika terjadi over dalam pengisian ulang. [5] Setelah melihat data awal berupa spesifikasi teknis dari produsen, peneliti melakukan beberapa perhitungan yaitu :

1. Perhitungan kebutuhan daya LSU 05
2. Perhitungan Jumlah Baterai LSU 05 tanpa generator listrik
3. Perhitungan Jumlah Baterai LSU 05 dengan dikombinasikan generator listrik

Dari kedua kombinasi sumber daya listrik maka dapat kita perhitungkan daya yang harus disupply oleh baterai sehingga mendapatkan jumlah baterai yang paling optimal. Dikarenakan jika berlebih dalam penggunaan baterai akan menjadi beban berat pada UAV sehingga tidak efisien.^[3]

2. METODOLOGI

Untuk menghitung jumlah baterai yang digunakan dilakukan serangkaian pengukuran awal sebagai data perhitungan. Diantara pengukuran awal tersebut adalah pengukuran servo. Adapun servo yang digunakan telah dilakukan pengujian dan mendapatkan hasil membutuhkan arus 3,5 A untuk beban maximal.



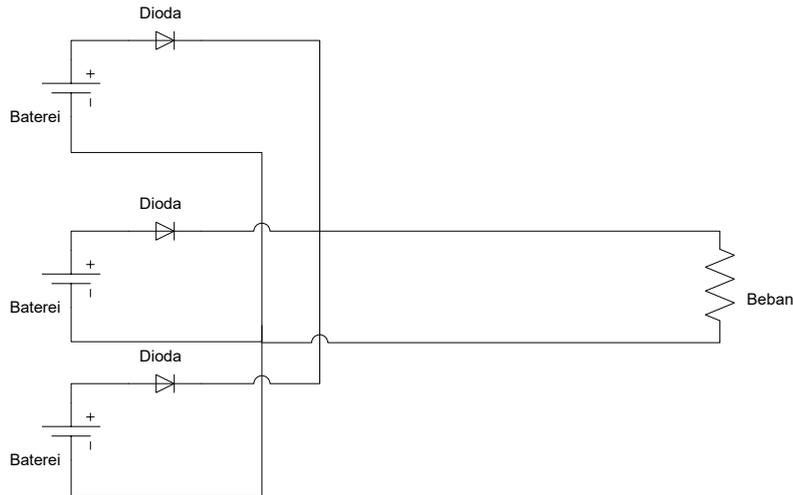
Gambar 2-1 Pengujian servo LSU 05



Gambar 2-2 Hasil Pengujian servo LSU 05

Komponen elektronika yang ada pada LSU 05 cukup variatif mulai dari komponen telemetri, servo sampai dengan muatan yang dibawa. Untuk melakukan perhitungan penulis melakukan serangkaian ground test pada servo, hal ini untuk mengurangi resiko kerugian jika pengukuran langsung dilakukan pada drone ketika dalam misi. [2]

Sumber daya listrik dengan baterai tanpa generator listrik ini sudah digunakan pada LSU 05 saat ini akan tetapi coba kita evaluasi setelah memperhatikan beberapa literatur. Baterai yang ada pada LSU 05 saat ini di rancang per bagian sehingga setelah dilakukan evaluasi menjadi kurang efisien. Melihat hal tersebut maka baterai dijadikan satu secara parallel seperti rangkaian dibawah ini.

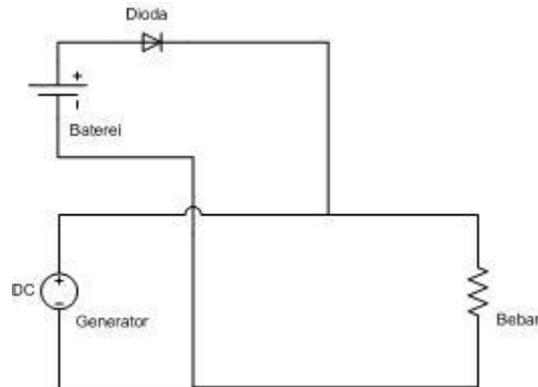


Gambar 2-3 Rangkaian Kelistrikan LSU 05 tanpa generator listrik

Pada rangkaian ini ditempatkan diode setelah baterai sebelum beban dimaksudkan supaya tidak ada charging antar baterai jika salah satu baterai terjadi masalah. Untuk menghitung baterai yang dibutuhkan dengan kombinasi seperti rangkaian diatas maka dapat dihitung dengan rumus dibawah ini.

$$\text{Jumlah baterai} = \frac{P \text{ Baterei}}{V \text{ baterei} \times I \text{ baterei}}$$

Sumber daya listrik yang ada berupa generator dan baterai akan digunakan secara bersama-sama parallel sehingga bisa mencukupi daya kelistrikan yang dibutuhkan. Untuk mencegah charging baterai diatas maka diberi diode setelah baterai supaya tidak ada arus berbalik ke baterai. [8] Gambar rancangan kelistrikan drone ini adalah seperti dibawah ini.



Gambar 2-4 Rangkaian Kelistrikan LSU 05 dengan baterai dan generator listrik

Setelah diketahui daya yang dibutuhkan maka dapat kita hitung kebutuhan batereinya seperti rumus dibawah ini. Sehingga didapat hasil seperti table 3.

$$\text{Jumlah baterai} = \frac{P \text{ total} - (P \text{ generator} \times t)}{V \text{ baterei} \times I \text{ baterei}}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

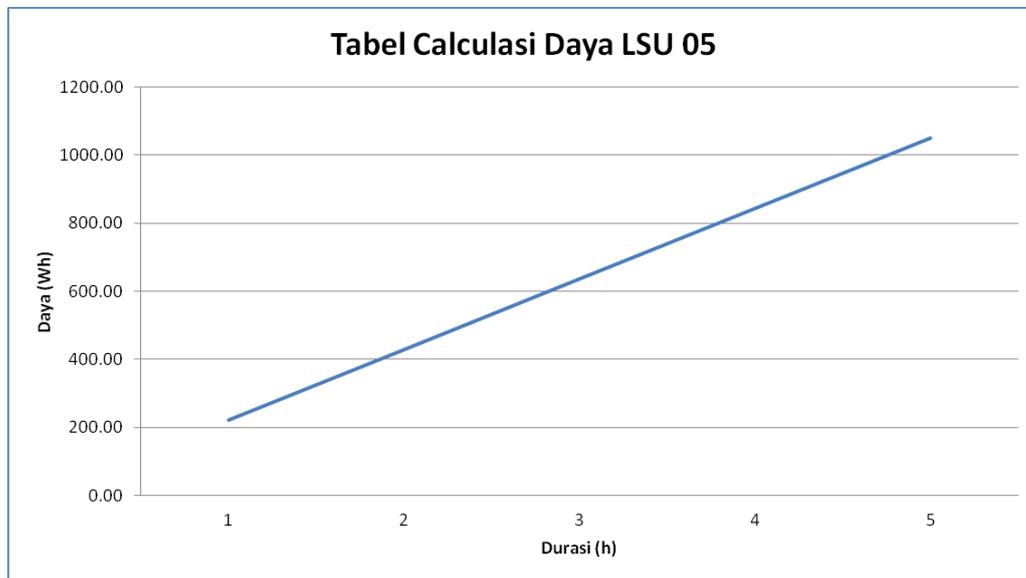
3.1 Perhitungan Kebutuhan Daya LSU 05

Hasil dari serangkaian groundtest pada servo di laboratorium didapatkan kebutuhan daya LSU 05 seperti pada Tabel 3-1 berikut:

Tabel 3-1 Perhitungan Kebutuhan Daya

System	Tegangan	Arus	Daya	Faktor waktu (detik)	1 jam (wh)	2 jam (wh)	3 jam (wh)	4 jam (wh)	5 jam (wh)
Modul Telemetri booster	12	3.5	42	3600	42.00	84.00	126.00	168.00	210.00
Modul telemetri + auto pilot	5	1.3	6.5	3600	6.50	13.00	19.50	26.00	32.50
Camera Go pro	3.8	1	3.8	3600	3.80	7.60	11.40	15.20	19.00
Modul video real time	12	2.9	34.8	3600	34.80	69.60	104.40	139.20	174.00
Actuator Aileron	5	7	35	3600	35.00	70.00	105.00	140.00	175.00
Actuator Elevator	5	7	35	3600	35.00	70.00	105.00	140.00	175.00
Actuator Throttle + Rudder	5	8	40	3600	40.00	80.00	120.00	160.00	200.00
Actuator Flap	5	14	70	600	11.67	11.67	11.67	11.67	11.67
Actuator Main Landing Gear + Breaking System	5	7	35	300	2.92	2.92	2.92	2.92	2.92
CDI	5	2	10	3600	10.00	20.00	30.00	40.00	50.00
Total Daya			312.1		221.68	428.78	635.88	842.98	1050.08

Jika table perhitungan tersebut dibuat grafik penggunaan daya LSU 05 maka akan menjadi seperti gambar 3-1.



Gambar 3-1 Grafik Perhitungan Kebutuhan Daya Total LSU 05

Gambar 3-1 ini menunjukkan bahwa perbandingan daya yang dibutuhkan dengan waktu terbang adalah linier. Sehingga semakin lama waktu terbang maka kebutuhan daya listrik semakin besar.

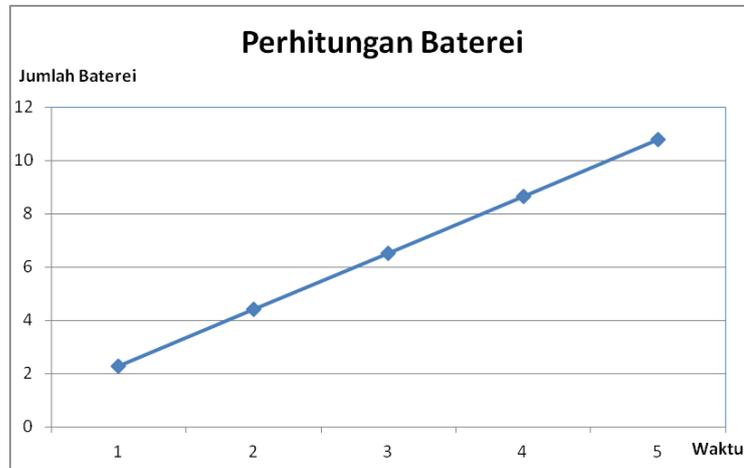
3.2 Perhitungan Jumlah Baterai LSU 05 tanpa generator listrik

Hasil dari perhitungan kebutuhan daya LSU 05 didasarkan pada data awal serangkaian groundtest dapat ditentukan jumlah baterai LSU 05 dengan engine tanpa generator seperti pada table 3-2.

Tabel 3-2 Perhitungan Jumlah Baterai

Waktu (jam)	1	2	3	4	5
Jumlah Baterei	2.275075	4.4	6.526	8.6513	10.78

Secara grafik singkat dapat digambarkan seperti gambar 3-2.



Gambar 3-2 Grafik Perhitungan Jumlah Baterei tanpa Generator Listrik

Grafik 3-2 ini menunjukkan kondisi jumlah baterai yang dibutuhkan LSU 05 jika terbang tanpa menggunakan *engine* bergenerasi listrik. Secara grafik terlihat perubahan yang linier antara waktu dan kebutuhan baterainya. Sehingga jika semakin lama terbang maka akan semakin banyak baterai yang dibutuhkan.

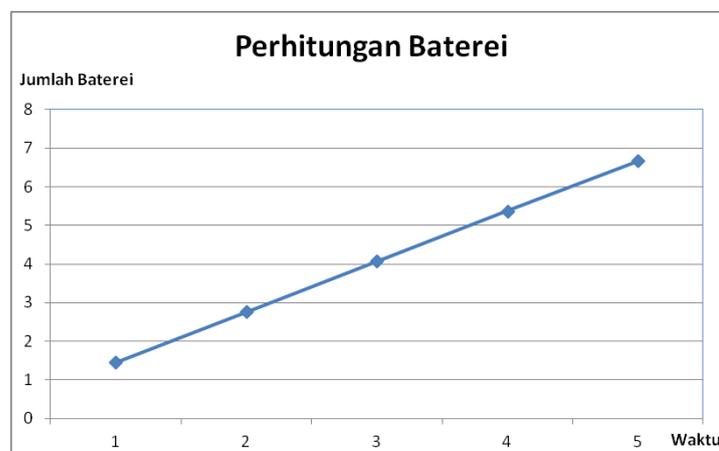
3.3 Perhitungan Jumlah Baterei LSU 05 dengan dikombinasikan generator listrik

Hasil dari perhitungan kebutuhan daya LSU 05 didasarkan pada data awal serangkaian groundtest dapat ditentukan jumlah baterai LSU 05 dengan engine dengan generator seperti pada table 3-3.

Tabel 3-3 Perhitungan Jumlah Baterei dikombinasikan generator listrik

Waktu (jam)	1	2	3	4	5
Jumlah Baterei	1.454057	2.76	4.063	5.3672	6.672

Secara grafik singkat dapat digambarkan seperti gambar 3-3.



Gambar 3-3 Grafik Perhitungan Jumlah Baterei dikombinasi generator listrik

Grafik diatas adalah menunjukkan pola yang terjadi ketika LSU 05 terbang dengan *engine* bergenerator listrik. Klau dilihat secara sekilas maka grafik yang dihasilkan adalah linier antara komponen waktu dengan jumlah baterei yang dibutuhkan.

3.4 Perbandingan Perhitungan Jumlah Baterei LSU 05 tanpa generator listrik dan dengan generator listrik

Melihat dari perhitungan yang maka bisa didapat perbandingan jumlah baterei ketika tanpa generator listrik dan ketika dikombinasikan dengan generator listrik seperti pada tabel 3-4.

Tabel 3-4 Perbandingan jumlah baterei LSU 05 sebelum di bulatkan

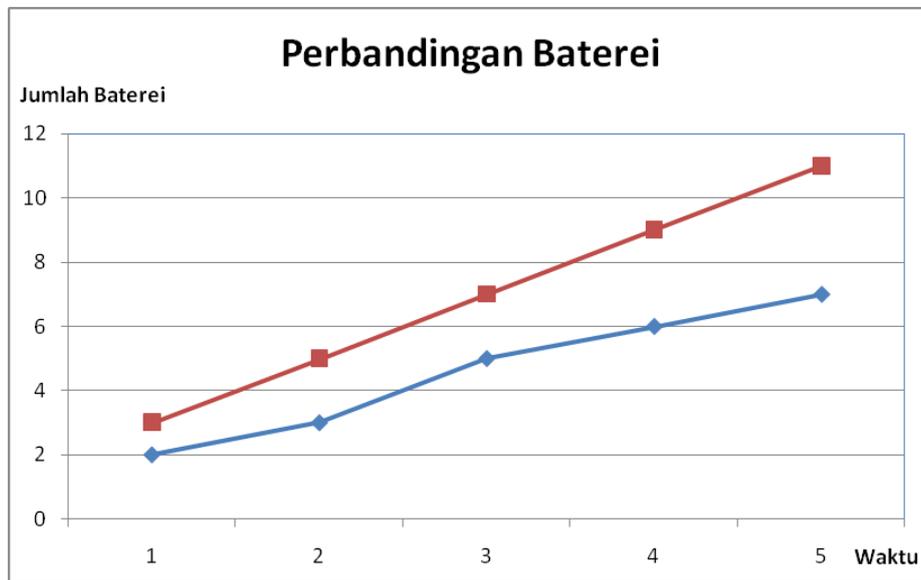
Waktu (jam)	1	2	3	4	5
Jumlah Baterei dikombinasikan generator listrik	1.454057	2.76	4.063	5.3672	6.672
Jumlah Baterei tanpa generator listrik	2.275075	4.4	6.526	8.6513	10.78

Baterei tidak mungkin dalam bilangan pecahan, jika dibuat pembulatan secara matematis bahwa dibawah 0,5 kebawah dan diatas 0,5 di bulatkan keatas itu juga merupakan hal yang tidak mungkin. Dikarenakan jika dibulatkan kebawah maka berarti akan terjadi kekurangan daya kelistrikan oleh karena itu semua pembulatan perhitungan baterei adalah dibulatkan keatas dan didapat perhitungan seperti tabel 3-5.

Tabel 3-5 Perbandingan jumlah baterei LSU 05 setelah dibulatkan

Waktu (jam)	1	2	3	4	5
Jumlah Baterei dikombinasikan generator listrik	2	3	5	6	7
Jumlah Baterei tanpa generator listrik	3	5	7	9	11

Secara grafis perbandingan jumlah baterei setelah dibulatkan dapat digambarkan seperti dibawah ini.



Gambar 3-4 Grafik Perbandingan Jumlah Baterei setelah Pembulatan

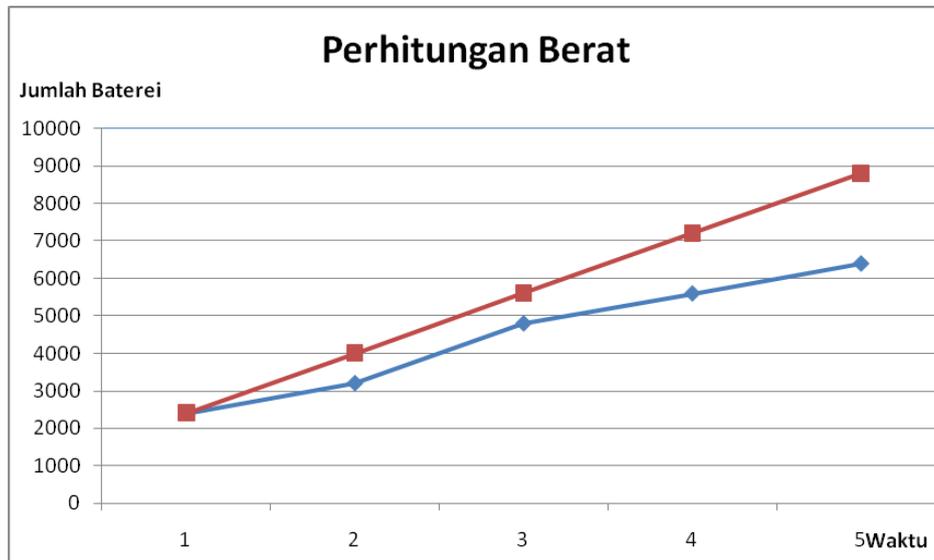
Garis merah pada grafik menunjukkan kondisi ketika LSU 05 terbang dengan *engine* tanpa generator sedangkan garis warna biru adalah kondisi ketika LSU 05 terbang dengan *engine* bergenerator. Dilihat dari grafiks tersebut maka jumlah baterei ketika menggunakan *engine* bergenerator lebih sedikit dibanding dengan *engine* tanpa generator.

Dengan asumsi 1 baterei adalah 800 gram dan berat generator listrik adalah 800 gram. Perbandingan berat baterei tersebut seperti pada tabel 3-6.

Tabel 3-6 Perbandingan berat baterai LSU 05

Waktu (jam)	1	2	3	4	5
Berat Baterai dikombinasikan generator listrik	2400	3200	4800	5600	6400
Berat Baterai tanpa generator listrik	2400	4000	5600	7200	8800

Jika dibuat grafik data perbandingan berat baterai ini dapat digambarkan seperti gambar 3-5.



Gambar 3-5 Grafik Perbandingan Berat Baterai

Garis merah pada grafik menunjukkan kondisi ketika LSU 05 terbang dengan *engine* tanpa generator sedangkan garis warna biru adalah kondisi ketika LSU 05 terbang dengan *engine* bergenerator. Dilihat dari grafiks tersebut maka secara berat total beterei ketika menggunakan *engine* bergenerator lebih sedikit dibanding dengan *engine* tanpa generator.

Dengan melihat data yang telah dihitung berdasarkan pada asumsi spesifikasi pabrik dan pengambilan data awal , maka bisa kita lihat bahwa berat baterai pada LSU 05 dengan dikombinasikan generator listrik berada dibawah berat baterai pada LSU 05 tanpa generator listrik.

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan proses perhitungan dan penelitian awal dapat disimpulkan ketika LSU 05 melakukan misi dalam waktu 5 jam maka dibutuhkan baterai sebanyak 7 buah supaya didapat hasil yang optimal. Selisih berat yang didapat ketika mengkombinasikan LSU 05 dengan engine generator listrik adalah 2400 gram. Hal ini akan sangat berarti ketika misi sehingga bisa menambah daya payload pesawat. Akan tetapi hasil ini mungkin akan mengalami perubahan menjadi lebih kecil setelah kita melakukan uji coba terbang dengan full misi sehingga didapatkan hasil penggunaan daya yang lebih tepat dari pada perhitungan dan spesifikasi alat dari pabrikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis tujukan kepada Drs. Gunawan Prabowo, MT selaku Kepala Pusat Teknologi Penerbangan yang telah mendukung berjalannya program LSU 05. Terimakasih juga penulis tujukan kepada Doni Hidayat,ST selaku Group Leader LSU 05.

PERNYATAAN PENULIS

Penulis dengan ini menyatakan bahwa seluruh isi menjadi tanggung jawab penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) __, 2010, DLE 170cc twin uav engine with 14 V 80 W Power Generator System, tersedia di: http://www.austars-model.com/dle-170cc-twin-uav-engine-with-14v-80w-power-generator-system_g10197.html, diakses 22 Mei 2015
- 2) Austin, Reg, *Unmanned Aircraft Systems : UAV Design, Development and Deployment*. John Wiley & Sons, Ltd, Hoboken, 2010.
- 3) Barsukov, Yevgen, and Qian, Jinrong, *Battery Power Management for Portable Devices*. Artech House, Norwood, 2013.
- 4) Bole, Brian, Matthew Daigle, and George Gorospe, *Online Prediction of Battery Discharge and Estimation of Parasitic Loads for an Electric Aircraft*, ESC 2: 5S2P, 2014.
- 5) D. Linden, *Handbook of Batteries and Fuel Cells*. The McGraw-Hill Companies, Inc, New York, 2002.
- 6) Glaize, Christian, and Sylvie Genies, *Lithium Batteries and other Electrochemical Storage Systems*, John Wiley & Sons, Ltd, Somerset, 2013.
- 7) Jones, Mildred, *Drone the sky's the limit or is it?. Technologi and Engineering Teacher*, September 2014, PP 28, 2014.
- 8) Ian R. Sinclair and John Dunton, *Practical Electronics Handbook*, Elsevier Ltd, Burlington, 2007.
- 9) Owen Bishop,. *Dasar-Dasar Elektronika*, Penerbit Erlangga, Jakarta, 2010.
- 10) Prabowo, Yanuar, *Laporan Program LSU Tahun 2014 Sistem Avionik Pada LSU – 05*, 2013.