

ESTIMASI KEBUTUHAN BAHAN BAKAR PESAWAT TANPA AWAK LAPAN LSU-02

Awang Rahmadi Nuranto, Imas Tri Setyadewi, Satria Arief Aditya
Pusat Teknologi Penerbangan LAPAN-Rumpin - Indonesia
awangadi@yahoo.com, imas.tri@lapan.go.id, satriaariefaditya@gmail.com

Abstrak

Lapan *Surveillance* UAV (LSU 02) merupakan pesawat tanpa awak milik LAPAN yang digunakan untuk misi *surveillance*, pemetaan, dan lain sebagainya. Untuk memenuhi kebutuhan misi tersebut, LSU 02 harus memiliki *endurance* atau ketahanan terbang yang cukup dan disesuaikan dengan misi terbang yang akan dilakukan. Pada pengujian ini telah dilakukan uji darat atau ground test dan telah dilakukan pengukuran dan analisa dari konsumsi bahan bakar mesin propulsi LSU-02 yang menggunakan *engine* OS GT33 dengan kapasitas 33cc. Pengujian dilakukan dengan metode uji statik pada *test bed* dan memonitoring parameter RPM dan jumlah bahan bakar yang terpakai pada pengujian. Dari hasil pengujian diperoleh hasil bahwa pada RPM 6300, konsumsi bahan bakar mesin propulsi OS GT33 adalah sebesar 12,34 ml/menit. Total lama terbang selama 2 jam 45 menit dapat ditempuh dengan bahan bakar terisi minimal 2036,6 ml.

Keyword : *engine* LSU-02, *ground test*, RPM, konsumsi bahan bakar.

Abstract

Lapan Surveillance UAV (LSU 02) is LAPAN drone used for surveillance missions, mapping, and others. To approach the mission, LSU 02 must have sufficient flight endurance durability that appropriate with missions flight. Ground test experiments have been done for engine LSU 02 with engine capacity 33 cc. The experiment was conducted use a static test method on a test bed, and some parameters such as fuel consumption and RPM have been monitored. Based on testing engine result, average fuel consumption obtained about 12,34 ml/minute for 33 cc engine on 6300 RPM. long flight endurance for 2 hours 45 minutes can be reached with a minimum 2036,6 ml fuel filled.

Keyword : *engine* LSU -02, *ground test*, RPM, *fuel consumption*

1. PENDAHULUAN

LSU-02 (Lapan *Surveillance* UAV) merupakan pesawat terbang tanpa awak (UAV) yang dibangun oleh Pusat Teknologi Penerbangan. LSU-02 adalah UAV generasi ke-2 yang dikembangkan oleh LAPAN untuk meningkatkan kemampuan terbang, walaupun masih dalam fase pengembangan, UAV ini digunakan untuk berbagai misi termasuk monitoring dan pemetaan[1]. Pesawat yang diklasifikasikan sebagai *Tactical UAV* ini telah melakukan berbagai misi *surveillance* dan telah mampu terbang secara *autonomous*. Dengan bahan bakar Pertamina Plus (RON 95), pesawat ini mampu menempuh jarak sejauh 200 km dari Pameungpeuk ke Pangandaran (PP) dan mendapatkan rekor Muri untuk kategori “Pesawat Tanpa Awak (UAV) Terbang Menempuh Jarak Terjauh” dengan membutuhkan ketahanan terbang kurang lebih 2 jam[2].

Pesawat LSU 02 memiliki dimensi panjang sayap hingga 2280 mm dan panjang *fuselage* 1710 mm dan mampu terbang di ketinggian 3000 meter dengan kecepatan terbang hingga 96 km/jam. Pesawat ini memiliki bobot 15 kg dengan membawa beban dengan berat maksimal hingga 3 kg[3].



Gambar 1-1. Pesawat LSU-02[4]

Melihat dari kebutuhan dan aplikasi LSU-02 yang sangat beragam, maka Lapan terus meningkatkan penelitian terhadap jangkauan terbang (*long distance*) dan lama terbang (*long endurance*) pesawat terutama untuk konsumsi bahan bakar dari *engine* LSU -02 dirasa perlu dilakukan, oleh karena itu pada penelitian ini telah dilakukan uji untuk *engine* LSU 02 berkapasitas 33 cc.

Pemilihan *engine* harus tepat dan efisien sesuai dengan *DR&O*. Gaya dorong yang dihasilkan mesin tergantung pada dimensi propeller dan harus memenuhi kebutuhan minimum. Kriteria penentuan *engine* antara lain[5]:

1. Daya putar atau daya poros (*shaft power*) yang dihasilkan untuk memutar propeller harus mencapai kecepatan putar karakteristik *engine*
 2. Gaya dorong harus sesuai untuk melakukan terbang jelajah (*cruise*), menanjak (*climb*) dan lepas landas (*take off*)
 3. *Engine* harus tahan terhadap perubahan temperatur
- Pada Tabel 1.1 dibawah ini ditampilkan spesifikasi dari *engine* OS GT33:

Tabel 1.1 Spesifikasi Teknik *Engine* OS GT33[6]

| | |
|--------------------------------|---|
| <i>Displacement</i> | 2.013 cu in (32.98 cc) |
| <i>Bore</i> | 1.417 in (36.0 mm) |
| <i>Stroke</i> | 1.276 in (32.4 mm) |
| <i>Practical rpm</i> | 1,800-8,000 |
| <i>Output</i> | 3.85 hp @ 9,000 rpm |
| <i>Engine</i> | 34.72 oz (984 g) |
| <i>Silencer</i> | 5.65 (160 g) |
| <i>Igniter</i> | 3.70 oz (105 g) |
| <i>Includes</i> | <i>engine, E-5030 muffler, ignition module, CM-6 spark plug, exhaust gasket</i> |
| <i>Requires</i> | <i>gasoline, 2-cycle oil</i> |
| <i>Suggested Props</i> | 18x10-12, 19x10, 20x8-10, 18x8 |
| <i>Suggested Break-In Prop</i> | 18x8 |
| <i>Gasoline/Oil Mix</i> | 30:1-50:1 |



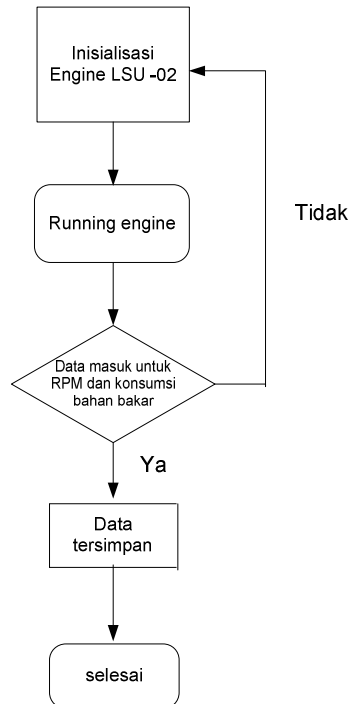
Gambar 1-2. Engine OS-GT33

Keunggulan *engine* ini yaitu mampu memproduksi tenaga 10% lebih besar dari *engine* lain yang sekelas. Selain itu *engine* ini juga memiliki getaran yang lebih kecil (halus) sehingga badan pesawat akan lebih aman dari keretakan oleh karena getaran mesin[6].

Estimasi kebutuhan bahan bakar ini penting dilakukan untuk memperkirakan berapa banyak bahan bakar yang dapat dibawa dengan tambahan muatan lainnya dalam pesawat untuk menempuh jangkauan terbang yang direncanakan sehingga dengan muatan yang maksimal dan jangkauan terbang yang direncanakan dapat ditempuh dengan membawa bahan bakar yang cukup (tidak berlebihan). Penelitian ini dibatasi hanya pada analisis konsumsi bahan bakar engine OS GT 33 dan pengujian yang dilakukan di darat atau ground test, selain itu profile terbang dianggap dalam satu kondisi *cruise*.

2. METODOLOGI

Pengujian *engine* dilakukan dengan menyalakan *engine* pada *test bed* yang telah disediakan, Pengujian dilakukan dengan variasi rpm mulai dari kondisi *idle* sampai pada rpm sebesar 5000 untuk masing-masing *engine*. Interval rpm dibuat setiap kenaikan nilai rpm sebesar 500. pengambilan data dilakukan setiap 1 menit.



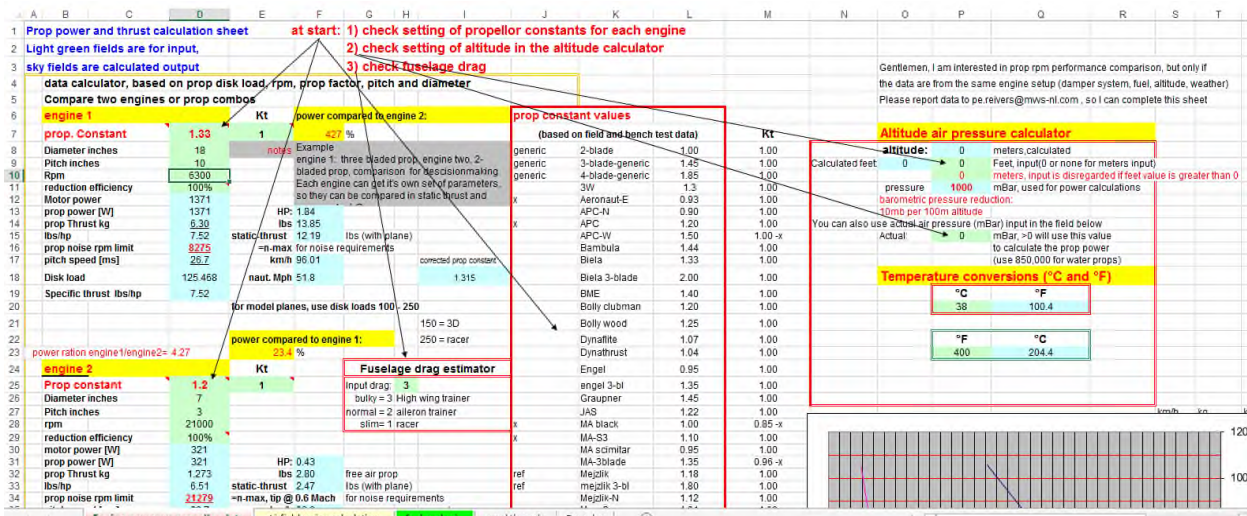
Gambar 2-1. Diagram Alir Proses Pengujian

Metode pengujian dilakukan dengan instalasi *engine* pada meja statis atau *test bed*, beberapa komponen pendukung dan peralatan pengujian seperti *fuel*, oli, baterai, propeller, *receiver* untuk menerima sinyal dari *remote* sebagai pengendali bukaan *throttle*, timbangan ukur untuk mengetahui konsumsi bahan bakar dan rpm meter atau *tachometer* untuk memantau besarnya rpm yang dihasilkan.



Gambar 2-2. Pengujian Engine LSU – 02

Pada engine berkapasitas 33 cc dibutuhkan sumber tegangan sebagai masukan untuk CDI sebesar 4,8 sampai 7,6 V baterai Ni-cd, campuran bahan bakar oli dan gasoline sebesar 1 : 30, artinya dalam 1 liter gasoline ditambahkan 30 cc oli. Ukuran propeller yang digunakan adalah sebesar 18 x 10. Kemudian dengan menggunakan aplikasi kalkulator untuk menghitung hubungan RPM dan propeller terhadap kecepatan pesawat dapat digunakan aplikasi penghitung yang telah disediakan di internet dengan, tampilan aplikasi ini adalah pada gambar di bawah :

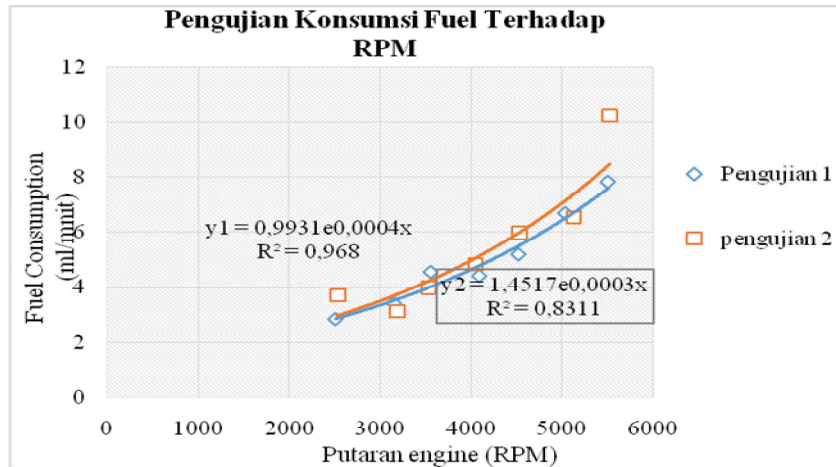


Gambar 2-3. Aplikasi Kalkulator Propeller[7]

Beberapa parameter yang perlu di input-kan antara lain konstanta propeler yang besarnya sudah disediakan pada Tabel untuk masing-masing jenis propeler. Besarnya propeler dan rpm yang dihasilkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian statik engine berkapasitas 33 cc diperoleh sebanyak 2 kali, seperti ditampilkan pada grafik di bawah ini.



Gambar 3-1. Grafik Hasil Pengujian Engine 33 cc

Grafik warna biru atau data yang disimbolkan berbentuk belah ketupat adalah hasil pengujian pertama, dimana data konsumsi bahan bakar terhadap putaran *engine* diperoleh mulai dari RPM 2500 sampai 5500. Interval pengambilan data setiap kenaikan 500 RPM. Untuk grafik pengujian kedua ditampilkan berwarna kuning atau data yang disimbolkan berbentuk kotak. Dapat dilihat pada kedua grafik tersebut, semakin besar RPM maka akan semakin besar nilai konsumsi bahan bakarnya[8], persamaan terbentuk adalah berupa fungsi eksponensial yang artinya semakin besar RPM maka konsumsi bahan bakar akan naik secara bertingkat terhadap pangkat dari variabel RPM[9]. Pada pengujian pertama diperoleh $Y1 = 0,9931e^{0,0004x}$ dan $Y2 = 1,4517e^{0,0003x}$ dengan nilai koefisien determinasi pada $Y1$ adalah lebih besar yaitu $R^2 = 0,968$ sedangkan pada $Y2$ nilai koefisien determinasi diperoleh sebesar $R^2 = 0,831$, artinya R^2 pada pengujian pertama lebih dapat diprediksi dari variasi nilai RPM-nya. Nilai koefisien determinasi pengujian pertama lebih besar atau mendekati satu yang artinya nilai besarnya konsumsi bahan bakar dari hasil pengujian ini memiliki tingkat kesalahan lebih kecil sehingga grafik pengujian satu dijadikan acuan. Nilai $R^2 = 0,968$ berarti bahwa 96,8% nilai konsumsi bahan bakar ditentukan oleh nilai-nilai pada variasi RPM yang dibuat, sedangkan 3,2% lagi adalah pengaruh faktor-faktor lain diluar variabel yang diperhitungkan atau *error* baik dari pengaturan *engine* atau pencatatan data.

Untuk mencari besarnya konsumsi terhadap rpm diperoleh persamaan garis yang dihasilkan berbentuk hubungan eksponensial RPM terhadap konsumsi bahan bakar ml/menit. Grafik *engine* dengan kapasitas 33 cc memiliki persamaan garis eksponensial yaitu $Y1 = 0,9931e^{0,0004x}$. Kemudian dengan menggunakan aplikasi propeller kalkulator, dan memasukan nilai propeller sebesar 18x 10 dan mencari nilai kecepatan 96 km/jam yang merupakan kecepatan maksimum pesawat LSU-02 dan diperoleh pada rpm sebesar 6300, selanjutnya dihitung besarnya kebutuhan konsumsi bahan bakar pada *engine* berkapasitas 33 cc pada 6300 rpm dengan persamaan:

$$\begin{aligned} y &= 0,9931e^{0,0004x} \\ y &= 0,9931e^{0,0004x \cdot 6300}, \text{ pada rpm } 6300 \\ y &= 12,343 \text{ ml/menit} \end{aligned} \quad (1)$$

Sehingga dari persamaan garis tersebut diperoleh besarnya konsumsi bahan bakar untuk LSU 02 yang menggunakan engine berkapasitas 33 cc pada 6300 rpm adalah 12,343 ml/menit dengan ditambahkan faktor *error* sebesar 3,2 % atau $\pm 0,4$ ml. Jika *long endurance* atau lama terbang pesawat LSU 02 dapat mencapai 2 jam 45 menit[10], maka jumlah kebutuhan bahan bakar untuk memenuhi lama terbang tersebut adalah sebanyak $2036,6 \pm 65$ ml sedangkan pada spesifikasi kapasitas LSU 02 jumlah bahan bakar maksimum adalah sebanyak 5 liter. Sehingga jika bahan bakar diisi penuh pada 5 liter, maka *endurance* atau lama terbang akan dapat mencapai 6 jam 45 menit pada rpm 6300.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil perhitungan dari pengujian engine berkapasitas 33 cc pada LSU 02 menghasilkan persamaan grafik untuk mengestimasi kebutuhan bahan bakar untuk melakukan misi penerbangan LSU 02. Untuk *long endurance* selama 2 jam 45 menit dengan kecepatan maksimum pesawat 96 km/ jam atau pada rpm 6300 jumlah bahan bakar terpakai sebanyak $2036,6 \pm 65$ ml. Tetapi, perhitungan analisa ini didasarkan hanya pada kemampuan suplai bahan bakar sebanyak 5 liter tanpa melihat batasan baterai yang digunakan dan dengan *profile* terbang hanya untuk terbang pada kondisi level.

Penelitian ini masih berdasar pada uji skala lab, yang artinya faktor hambatan angin dan tekanan udara, penurunan *temperature*, kelembaban dan parameter lingkungan lainnya yang berpengaruh[6] dianggap konstan. Selain itu, untuk rpm yang sama, setiap *engine* memiliki bukaan *throttle* yang mungkin berbeda, sehingga menyebabkan perbedaan konsumsi bahan bakar. Oleh karena itu penulis menyarankan untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan pada *mode* terbang sehingga dapat diketahui pengaruh faktor lingkungan terhadap konsumsi bahan bakar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dipl. Ing. Agus Bayu Utama, Msc, ME. selaku Kepala Bidang Teknologi Propulsi, dan Peneliti Madya Pusat Teknologi Penerbangan LAPAN, yang telah memberikan kesempatan dan arahan serta *review* makalah kami, juga rekan-rekan di tim Propulsi atas bantuan dan kerjasamanya dalam pelaksanaan pengujian *engine* LSU.

PERNYATAAN PENULIS

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

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Ari Sugeng Budiyanta, Teguh Pandoyo, dkk., 2013, *Engineering Development of Lapan Surveillance UAV-02 (LSU-02)* Aeronautics Technology Center- National Institute of Aeronautics and Space, Indonesia. APISAT.
- 2) Lapan Surveillance UAV 02 (LSU 02), 2013, diakses di <http://www.lapan.go.id/index.php/subblog/read/2013/332/Lapan-Surveillance-UAV-02-LSU-02> pada tanggal 27 Agustus 2015.
- 3) Yanuar Prabowo, Dede Andhika Purnamasari, dkk., 2013, *Flight Testing of Lapan Surveillance UAV-02 (LSU-2)* Aeronautics Technology Center- National Institute of Aeronautics and Space, Indonesia. APISAT.
- 4) <https://id.wikipedia.org/wiki/LSU-02> diakses pada tanggal 7 Juli 2015.
- 5) Purwanto, Eko Budi, 2014, *Meningkatkan Pemanfaatan Teknologi Dirgantara Melalui Pengembangan LSA dan LSU*. Media Dirgantara. Vol. 9 No. 3.
- 6) OS GT 33 engine manual, 2011, diakses di <http://www.os-engines.co.jp> dan <http://www.osengines.com/engines-airplane/osmg1533/index.html>
- 7) www.fmfk.dk : *Power Prop Calculator* diakses pada tanggal 27 Juli 2015.

- 8) www.expha.com/exphabeta/articles/pdf/specificfuelconsumption.pdf diakses tanggal 13 Agustus 2015
- 9) Karso, 2013, Modul-7 (Fungsi Eksponen dan Fungsi Logaritma Beserta Beberapa Aplikasinya). UPI. Diakses dari web <http://www.scribd.com/doc/194153372/Eksponen-Dan-Logaritma-Modul-7-S1-PGSD#scribd> pada tanggal 3 September 2015.
- 10) <http://puspiptek.ristek.go.id/media.php?module=detailberita&id=1907-pesawat-tanpa-awak-uav-lapan-peroleh-rekor-muri.html> diakses tanggal 2 September 2015.