

PENGARUH KONSUMSI BAHAN BAKAR MESIN PROPULSI PESAWAT LAPAN SURVEILLANCE UAV (LSU-02) DALAM PENENTUAN SENSOR ALIRAN BAHAN BAKAR

(EFFECT OF ENGINE FUEL CONSUMPTION OF LAPAN SURVEILLANCE UAV (LSU) TO DETERMINATION OF FUEL FLOW SENSOR)

Agus Bayu Utama
Pusat Teknologi Penerbangan LAPAN
Pos El : agus.bayu@lapan.go.id

Abstrak

Data konsumsi bahan bakar sebuah mesin propulsi UAV merupakan salah satu data penting untuk mengetahui kinerja sebuah mesin propulsi. Oleh karena itu perlu ditentukan sensor aliran bahan bakar yang tepat dalam pengembangan sistem instrumentasi pengujian mesin propulsi di Laboratorium Propulsi Pusat Teknologi Penerbangan LAPAN. Pengambilan data konsumsi bahan bakar mesin propulsi pesawat tanpa awak LSU-02 telah dilakukan dengan menggunakan timbangan digital dengan variasi kecepatan putar propeller dari 1500 hingga 6500 RPM. Berdasarkan hasil pengukuran didapatkan bahwa pada kecepatan putar propeller 1500 RPM konsumsi bahan bakar mesin sebesar 3.2 ml/mnt, baru pada kecepatan putar propeller 6500 RPM diperoleh konsumsi bahan bakar diatas 16 ml/mnt, sehingga sensor fuelflow yang ada di lab tidak cocok untuk dipakai mengukur konsumsi bahan bakar mesin pesawat tanpa awak LSU02.

Kata kunci: Konsumsi Bahan Bakar, RPM, Mesin Propulsi

Abstract

Fuel consumption data of a UAV propulsion engine is one of the important data to determine the performance of a propulsion engine. Therefore, it is necessary to determine the right fuel flow sensor in the development of instrumentation systems of propulsion engine testing in the propulsion laboratory, Center of Aeronautics LAPAN. The measurement of Fuel consumption data of unmanned aircraft LSU02 engine propulsion has been done using digital scales with a variation of propeller rotational speed of 1500 to 6500 RPM. Based on the measurement results obtained that the engine fuel consumption is 3.2 ml / min at the propeller rotational speed of 1500 RPM, New at propeller rotational speed of 6500 RPM obtained fuel consumption above 16 ml / min, so that the fuelflow sensor in the lab are not suitable for measuring the fuel consumption of the engine drone LSU02.

Keywords: Fuel Consumption, RPM, Propulsion engine.

1. PENDAHULUAN

Penelitian ini merupakan bagian dari kegiatan pengembangan Laboratorium Uji Propulsi bidang teknologi propulsi pusat teknologi penerbangan LAPAN. Dalam mendukung program pengembangan pesawat tanpa awak LAPAN, bidang teknologi propulsi melakukan riset mesin propulsi berbasis elektromotor, mesin piston dan gas turbin [1].

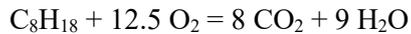
Pesawat tanpa awak LAPAN yang dikembangkan terdiri dari LAPAN Surveillance UAV LSU-01, LSU-02, LSU-03, LSU-04 dan LSU-05. LSU-01 menggunakan elektromotor sebagai tenaga pendorongnya, sementara LSU-02 sampai dengan LSU-05 menggunakan mesin piston sebagai tenaga pendorongnya [2].

Mesin piston yang digunakan sebagai tenaga pendorong pesawat tanpa awak LAPAN saat ini masih menggunakan produk luar negeri. Yang dipakai di LSU-02 adalah OS GT33 yang mempunyai kapasitas 33cc. Kelompok penelitian sistem propulsi berbasis mesin piston di bidang teknologi propulsi mencoba membandingkan kinerja mesin OS GT33 ini dengan mesin piston lainnya seperti 3W28i, DLE33, DLA32 dan EME35. [3]

Motor bakar torak (piston) merupakan salah satu jenis mesin dengan sistem pembakaran dalam dengan menggunakan silinder yang di dalamnya terdapat taruk (piston) yang bergerak bolak-balik (translasi). Di dalam silinder itulah terjadi pembakaran antara bahan bakar dan oksigen dari udara. Gas pembakaran yang dihasilkan oleh proses tersebut mampu menggerakkan piston yang oleh batang penggerak (*connecting rod*) dihubungkan dengan poros engkol (*crankshaft*). Gerak

translasi piston tersebut menyebabkan gerak rotasi pada crankshaft dan sebaliknya gerak rotasi *crankshaft* menimbulkan gerak translasi pada piston.[4]

Dalam silinder mesin, campuran yang mudah terbakar (bensin dan udara) umumnya disuplai oleh kaburator dan pembakaran dimulai dengan penyalaan elektrik yang diberikan oleh busi. Persamaan kimia pembakaran hidro karbon dapat dituliskan sebagai berikut [5]:



Mesin yang dipakai untuk UAV saat ini kebanyakan masih tipe 2-stroke (2 langkah), karena mempunyai kelebihan dibanding yang 4-stroke (4 langkah) yaitu: beratnya lebih ringan, lebih tinggi *Power to Weight* rasionya, lebih baik nilai *Specific Propulsive Energy Density* (SPED) nya. SPED ini dalam satuan hp*jam/liter.[6]

Untuk mengetahui kinerja mesin piston tersebut maka dilakukan pengujian di laboratorium propulsi. Adapun parameter yang diukur dalam pengujian adalah sebagai berikut:

- RPM
- Thrust (gaya dorong)
- Konsumsi bahan bakar
- Temperatur mesin
- Noise (kebisingan)

Pengembangan data akuisisi dilakukan oleh kelompok penelitian sistem instrumentasi uji mesin propulsi. Data logger telah tersedia. Sistem kerja data logger bisa dibaca pada Manual data logger [7]. Sensor sensor untuk mengukur parameter di atas pun telah tersedia di laboratorium uji propulsi.

Dalam makalah ini hanya dibatasi pada pembahasan tentang pengukuran konsumsi bahan bakar dari mesin LSU-02, untuk mengetahui apakah sensor fuelflow yang ada di Lab yang mempunyai spesifikasi pengukuran flow dari 13 ml/mnt sampai dengan 100 ml/mnt, *maximum pressure drop* 10 psi dan *tube fitting* 1/8”(Gambar 1.), sesuai dengan kebutuhan minimum atau tidak. Yang menjadi mesin uji adalah 3W28i, mesin dengan kapasitas 28 cc [8]. Data konsumsi bahan bakar ini sangat penting untuk menentukan *specific fuel consumption* (SFC) dimana SFC adalah perbandingan berat bahan bakar terpakai per unit tenaga dan per unit waktu [9].

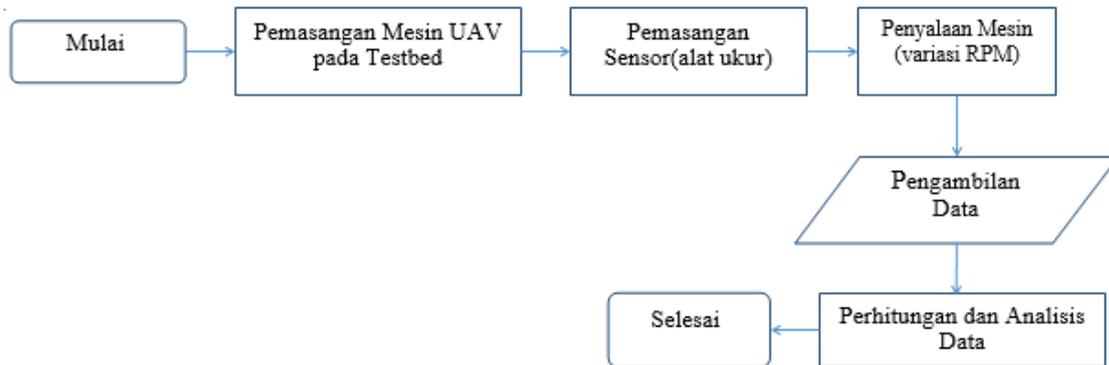


Gambar 1-1 Fuelflowmeter FLR1007ST-D [10]

2. METODOLOGI

2.1 Diagram Alir

Kegiatan pengujian dimulai dengan pemasangan mesin UAV pada testbed yang ada di laboratorium uji propulsi sekaligus pengecekan apa semua komponen seperti, CDI sebagai ignition, servo, receiver remote control dan baterai telah terpasang dengan benar. Kemudian dilanjutkan dengan pemasangan sensor sensor pengujian seperti, loadcell, Sensor RPM, dirijen bahan bakar dengan timbangan digital, sensor temperatur dan sensor noise. Selanjutnya, mesin UAV dapat dinyalakan. Dalam penyalaan mesin UAV diatur throttle dari mesin sehingga di dapat RPM terendah sampai dengan RPM tertinggi. Setelah semuanya siap, pengambilan data pengujian dapat dilakukan. Dalam pengukuran konsumsi bahan bakar dilakukan dengan manual, sehingga perlu ketelitian dalam mencatat data pengukuran. Oleh karena itu pengujian dilakukan oleh satu tim dengan pembagian tugas yang jelas. Setelah data diperoleh maka dilakukan perhitungan dan analisis data. Apabila perlu maka pengujian bisa dilakukan dari awal.



Gambar 2-1 Diagram Alir Penelitian

2.2 Peralatan Penelitian

Penelitian menggunakan objek dan alat ukur seperti di bawah ini:

- Mesin UAV 2-Tak 3W28i: mesin yang dipakai sebagai tenaga pendorong pesawat tanpa awak (LSU-02) sehingga bisa take off dan landing serta menjalankan misinya dengan baik. Mesin ini mempunyai 1 silinder dengan kapasitas silinder 28 cc. *Power rating* sesuai spek adalah 2.75 HP dengan berat mesin sekitar 1210 g. Propeller yang dipakai saat pengujian adalah propeler 2 balde ukuran 18 x 10.
- Stopwatch: yang ada di Laboratorium tipe Casio HS-3 digunakan untuk mengukur lamanya waktu pengujian mesin pada RPM tertentu
- Timbangan digital CHQ-JZC-TSE untuk mengukur penurunan berat bahan bakar selama pengujian dalam waktu tertentu, dalam satuan gram, 2 angka dibelakang koma, yang nantinya akan dikonversi ke satuan milliliter (ml)
- Dirigen bahan bakar kapasitas 5 liter
- RPM-meter untuk mengukur kecepatan putar dari propeller
- Loadcell untuk mengukur thrust atau daya tarik atau daya dorong dari mesin
- Temperatur sensor tipe SA1-RTD untuk mengukur kenaikan temperatur mesin terutama di bagian exhaust, tempat keluar gas buang.
- Data Logger Tipe : NIcDAQ-9172 , NI-9237, NI-9205 yang menampilkan dan mencatat RPM, Thrust dan temperatur saat pengujian. Untuk konsumsi bahan bakar belum tercatat secara otomatis ke data logger.

2.3 Pengambilan Data

Dalam pengujian mesin UAV di laboratorium propulsi ada beberapa parameter parameter data yang diambil, dicatat atau direkam yang nantinya akan dianalisa yaitu: putaran propeller (RPM), konsumsi bahan bakar yang terpakai pada setiap RPM dalam waktu tertentu, gaya dorong yang dihasilkan mesin, temperatur mesin selama pengujian dan kebisingan sekitar mesin saat dilakukan pengujian. Semua parameter data dicatat dalam bentuk tabel pengambilan data pengujian mesin uav 3W28i .

Tabel 2-1 Parameter Data yang diambil dalam pengujian mesin UAV

No	RPM Rencana	RPM Aktual	Waktu Uji (menit)	Fuel awal (gr)	Fuel akhir (gr)	Konsumsi Fuel (gr/mnt)	Konsumsi Fuel (ml/mnt)
1	1500	1543	3	2987,6	2977,6	3,3	4,8
2	2000	2025	3	2975,5	2965	3,5	5,1
3	2500	2573	3	2964	2952,4	3,9	5,6
4	3000	3016	3	2951,4	2938,8	4,2	6,1

5	3500	3536	3	2932,2	2918	4,7	6,8
6	4000	4105	3	2904,4	2887,2	5,7	8,3
7	4500	4552	3	2851	2832,6	6,1	8,9
8	5000	5035	3	2830,8	2811,2	6,5	9,5
9	5500	5547	3	2810,2	2789,4	6,9	10
10	6000	6023	3	2782,6	2758,1	8,2	11,8
11	6500	6533	3	2756,2	2717,4	12,9	18,7

2.4 Pengolahan Data

Bahan bakar yang digunakan adalah pertamax sebanyak 4000 ml ditambahkan oli sebanyak 120 ml. Setelah dikurangi berat jirigen, maka didapatkan konversi tiap penurunan 1 gr campuran bahan bakar sama dengan penurunan 1,477 ml campuran bahan bakar. Nilai ini dapat dicek dengan nilai masa jenis pertamax sendiri yaitu 0,740 g/ml atau sekitar 1,35 ml/gr. [11]

Konsumsi bahan bakar [ml/menit] didapat dengan membagi penurunan nilai bahan bakar yang terukur [ml] dengan waktu [menit] yang digunakan pada putaran propeller [RPM] tertentu:

$$\text{konsumsi bahan bakar} \left[\frac{\text{ml}}{\text{menit}} \right] = \frac{\Delta \text{massa} [\text{gr}] * \text{massa jenis} \left[\frac{\text{ml}}{\text{gr}} \right]}{\text{waktu pengujian} [\text{menit}]}$$

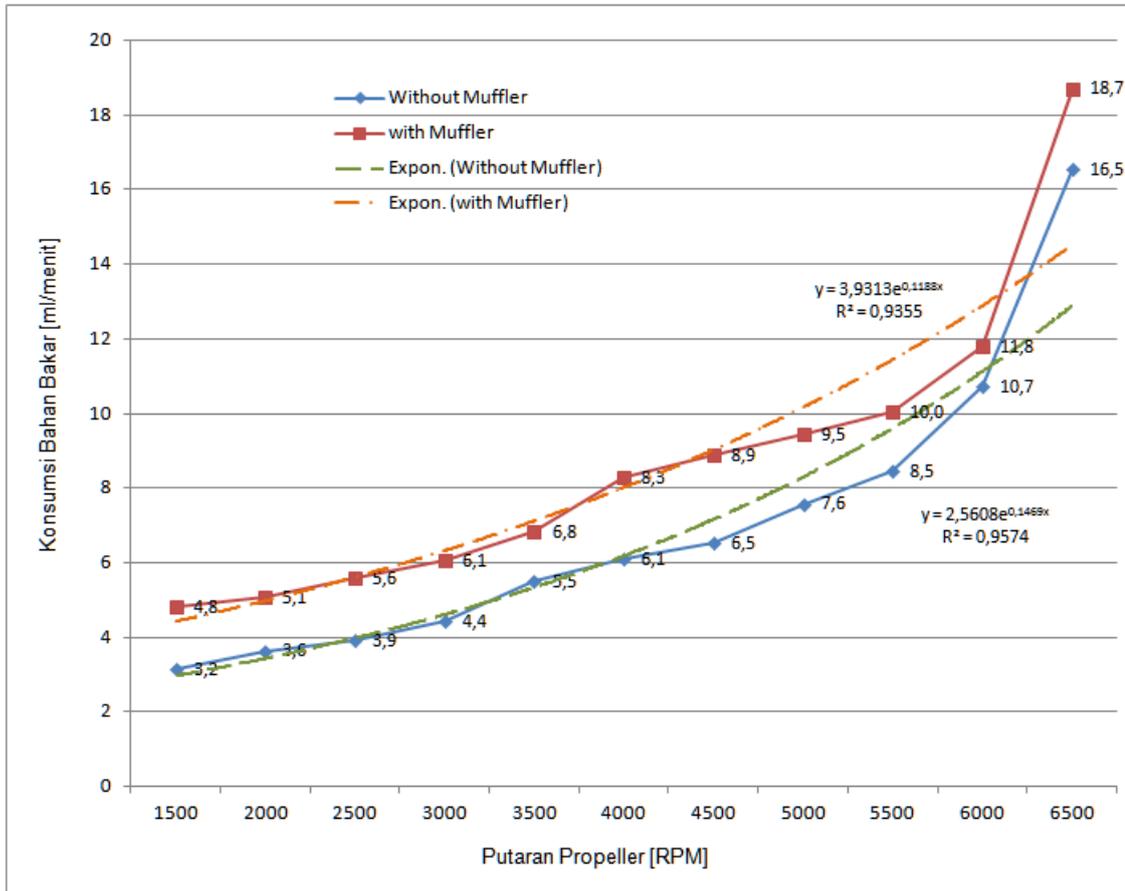
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran konsumsi bahan bakar mesin [ml/menit] pesawat tanpa awak LSU02 tipe 3W28i pada kecepatan putar propeller [RPM] yang semakin meningkat, ditampilkan dalam bentuk grafik pada gambar 3.1. Pengujian dilakukan dengan dan tanpa muffler peredam suara. Pemasangan muffler mempunyai pengaruh terhadap kenaikan konsumsi bahan bakar walaupun tidak terlalu signifikan. Pada RPM 1500 sampai dengan RPM 6000 kenaikan konsumsi bahan bakar hampir linear dan nilai konsumsi bahan bakar masih dibawah 12 ml/menit. Ketika mesin diuji dengan kecepatan putar propeller pada RPM 6500 maka terjadi kenaikan nilai konsumsi bahan bakar mesin yang signifikan, yaitu mencapai 18,7 ml/menit. Ini berarti untuk mencapai RPM 6500, mesin bekerja lebih keras dan lebih cepat sehingga dibutuhkan bahan bakar yang lebih banyak.

Semakin besar nilai RPM maka laju konsumsi bahan bakar yang digunakan semakin besar pula. Tapi hubungan antara RPM dan konsumsi bahan bakar tidak murni linear, tetapi tergantung pada beban kerja mesin dan tergantung pula settingan idle pada karburator mesin. Saat pengujian dilakukan, idel high dan low level disetting pada posisi standard yaitu 1.5:1.5

Pada settingan karburator tersebut, penggunaan bahan bakar masih efisien jika kecepatan putar propeller mesin dibawah 6000 RPM. Data ini bisa digunakan untuk referensi kecepatan cruise pesawat tanpa awak LSU02. RPM tinggi atau RPM maksimum hanya digunakan pada saat pesawat akan take off.

Nilai koefisien determinasi (R²) dari regresi kuadratis ke dua pengujian masih diatas 0,9. Sementara itu nilai regresi linearnya dibawah 0,8. Nilai regresi kuadratis dan regresi linear akan mengalami peningkatan jika nilai konsumsi bahan bakar pada RPM 6500 dihilangkan. Perlu penelitian lebih lanjut tentang apa yang mempengaruhi kenaikan konsumsi bahan bakar secara signifikan pada kecepatan putaran propeller yang tinggi.



Gambar 3-1 Grafik Konsumsi Bahan Bakar [ml/menit] mesin pesawat tanpa awak LSU02 tipe 3W28i dengan kenaikan kecepatan putaran Propeller [RPM]

4. KESIMPULAN

Dalam menentukan sensor pengukuran konsumsi bahan bakar yang akan dipakai di laboratorium uji propulsi, perlu diketahui terlebih dahulu berapa konsumsi bahan bakar terkecil mesin propulsi pesawat tanpa awak yang diperlukan. Ternyata dari hasil pengujian di Laboratorium dengan menggunakan timbangan digital, konsumsi bahan bakar mesin 3W28i pada RPM 1500 adalah 3.2 ml/menit dan pada RPM 6500 adalah 18,7 ml/menit. Sementara Spek sensor konsumsi bahan bakar yang ada di lab saat ini adalah 13 ml/menit sampai dengan 100 ml/menit, oleh karena itu sensor yang ada, tidak bisa digunakan untuk pengukuran konsumsi bahan bakar mesin pesawat tanpa awak LSU-02. Perlu dicarikan lagi sensor yang bisa mengukur konsumsi bahan bakar lebih kecil dari 13 ml/menit. Setelah diketahui spesifikasi sensor fuelflow yang tepat, maka pencatatan data pengujian dapat dilakukan dengan otomatis pada data logger.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ditujukan kepada kepala pusat teknologi penerbangan bapak Drs. Gunawan S. Prabowo MT. Atas kesempatan yang diberikan untuk melakukan penelitian ini dan ditujukan pula kepada peneliti senior pustekbang bapak Ir. Atik Bintoro MT. (APU), yang telah memberikan nasehat dan bimbingan dalam melakukan kegiatan penelitian serta ditujukan pula kepada para peneliti, perekayasa dan teknisi bidang teknologi propulsi yang telah membantu penulis dalam pengujian di laboratorium.

PERNYATAAN PENULIS

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

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Laporan Kegiatan Bidang Teknologi Propulsi Pusat Teknologi Penerbangan LAPAN, Tahun 2013
- 2) Annual Report Pustekbang LAPAN, Tahun 2013
- 3) Laporan Kegiatan Bidang Teknologi Propulsi Pusat Teknologi Penerbangan LAPAN, Tahun 2014
- 4) Arismunandar, W, 1988. *Motor Bakar*, ITB, Bandung.
- 5) Pudjanarsa. A., Nursuhud. D., 2006, *Mesin Konversi Energi*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- 6) Ashwin Ravi, 2010, “*UAV Power Plant Performance Evaluation*”, Thesis by Oklahoma State University
- 7) Manual Data Logger Sistem Pengujian Propulsi, Tahun 2012
- 8) Manual Book Engine 3W281, diakses Agustus 2013
- 9) John D. Anderson, Jr., 1999, “*Aircraft Performance and Design*”, WCB/McGraw-Hill, USA.
- 10) Spesifikasi Sensor Fuel flow meter, <http://andayqsz.cn.makepolo.com/product/100486789562.html> diakses Februari 2015
- 11) Massa jenis pertamax, <http://brainly.co.id/tugas>, diakses maret 2015.