

## PENGUJIAN MESIN PISTON ENGINE LIMBAH EP-30P PADA PESAWAT UAV UKURAN MTOW 300 KG DENGAN MENGGUNAKAN 2 BAHAN BAKAR

Muchammad Furqon Muchaddats<sup>1</sup>, Asep Sholehudin<sup>2</sup>, Kurniawan<sup>3</sup>,  
Sanusi Sungkono<sup>4</sup>, Tia Dikatama Tsania<sup>5</sup>

<sup>1,2</sup> Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma;

<sup>3,4,5</sup> National Air And Space Power Of Indonesia

<sup>1,2,3</sup>Muchammadfurqon10@gmail.com; <sup>4,5</sup>ikeo.santai@gmail.com.

**Abstrak** — Penelitian ini dilaksanakan bertujuan untuk menguji mesin piston Limbach EP-30 dengan hasil parameter RPM, CHT, daya dan torsi. Pengujian mesin 2-tak pada pesawat terbang UAV (Unmanned Aerial Vehicle) dengan dua jenis bahan bakar, Pertamina Turbo dan Shell Nitro Plus, dilatarbelakangi oleh beberapa faktor penting yang berkaitan dengan performa, efisiensi, dan keandalan mesin dalam aplikasi UAV. Mesin Limbach EP-30 adalah mesin pesawat ringan yang diproduksi oleh Limbach Flugmotoren, perusahaan asal Jerman. Mesin ini dirancang untuk digunakan pada pesawat ultralight, UAV (Unmanned Aerial Vehicle), dan aplikasi penerbangan ringan lainnya. Penelitian ini menguji mesin piston Limbach EP-30 dengan hasil parameter RPM, CHT, daya dan torsi. Pertamina Turbo cenderung memberikan performa tarikan atas yang lebih agresif. Shell V-Power Nitro+ cenderung memberikan tarikan bawah yang lebih responsif dan efisiensi bahan bakar yang baik. Performa mesin dapat bervariasi tergantung pada jenis mesin dan kondisi penggunaan.

**Katakunci:** UAV, Mesin Piston, Limbach EP-30.

**Abstrak** — This study was conducted with the aim of testing the Limbach EP-30 piston engine with the results of RPM, CHT, power and torque parameters. Testing of 2-stroke engines on UAV (Unmanned Aerial Vehicle) aircraft with two types of fuel, Pertamina Turbo and Shell Nitro Plus, is motivated by several important factors related to engine performance, efficiency, and reliability in UAV applications. The Limbach EP-30 engine is a light aircraft engine produced by Limbach Flugmotoren, a German company. This engine is designed for use in ultralight aircraft, UAV (Unmanned Aerial Vehicle), and other light aviation applications. This study tested the Limbach EP-30 piston engine with the results of RPM, CHT, power and torque parameters. Pertamina Turbo tends to provide more aggressive top pull performance. Shell V-Power Nitro+ tends to provide more responsive bottom pull and good fuel efficiency. Engine performance may vary depending on engine type and usage conditions.

**Keywords:** UAV, Piston Engine, Limbach EP-30.

### 1. PENDAHULUAN

Pengujian mesin 2 tak pada pesawat terbang UAV (Unmanned Aerial Vehicle) dengan dua jenis bahan bakar, Pertamina Turbo dan Shell Nitro Plus, dilatarbelakangi

oleh beberapa faktor penting yang berkaitan dengan performa, efisiensi, dan keandalan mesin dalam aplikasi UAV.

**1. 1. Optimalisasi Performa Mesin UAV:**  
Mesin 2-tak sering digunakan pada UAV

karena rasio daya terhadap berat yang tinggi, yang sangat penting untuk pesawat tanpa awak. Namun, performa mesin 2-tak sangat dipengaruhi oleh kualitas bahan bakar. Pertamina Turbo dan Shell Nitro Plus adalah bahan bakar berkualitas tinggi dengan angka oktan tinggi, yang diharapkan dapat meningkatkan performa mesin 2-tak UAV. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui bahan bakar mana yang memberikan performa terbaik dalam hal daya, torsi, dan efisiensi bahan bakar.

### 1.2. Efisiensi Bahan Bakar dan Jarak Tempuh

Efisiensi bahan bakar sangat penting untuk UAV, terutama untuk misi jarak jauh atau misi yang membutuhkan waktu terbang lama. Bahan bakar dengan kualitas yang lebih baik diharapkan dapat memberikan pembakaran yang lebih sempurna, sehingga meningkatkan efisiensi bahan bakar dan jarak tempuh UAV. Pengujian ini akan mengukur konsumsi bahan bakar dari kedua jenis bahan bakar untuk menentukan mana yang lebih efisien.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Persiapan Pengujian

- **Peralatan:**
  - Mesin 2 tak UAV yang akan diuji.
  - Dinamometer mesin (engine dynamometer) untuk mengukur daya dan torsi.
  - Alat pengukur konsumsi bahan bakar.
  - Alat pengukur suhu mesin (termometer, termokopel).
  - Alat pengukur RPM (tachometer).
  - Sistem akuisisi data untuk merekam dan menganalisis data pengujian.
- **Kondisi Pengujian:**
  - Kontrol suhu dan kelembapan ruangan pengujian.
  - Pastikan mesin dalam kondisi optimal sebelum pengujian.

- Gunakan campuran bahan bakar dan oli yang sesuai dengan spesifikasi mesin.

### 2.2. Prosedur Pengujian

- **Pengujian Performa:**
  - Lakukan pemanasan mesin hingga mencapai suhu kerja optimal.
  - Rekam data daya, torsi, RPM, dan konsumsi bahan bakar.
  - Ulangi pengujian dengan kedua jenis bahan bakar.
- **Pengujian Efisiensi Bahan Bakar:**
  - Ukur konsumsi bahan bakar pada berbagai tingkat RPM
  - Hitung efisiensi bahan bakar (jarak tempuh/waktu terbang per liter bahan bakar).
  - Bandingkan efisiensi bahan bakar antara kedua jenis bahan bakar.
- **Pengujian Suhu Mesin:**
  - Ukur suhu mesin pada berbagai titik (kepala silinder, pada berbagai tingkat RPM).
  - Bandingkan suhu mesin antara kedua jenis bahan bakar.

## 3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

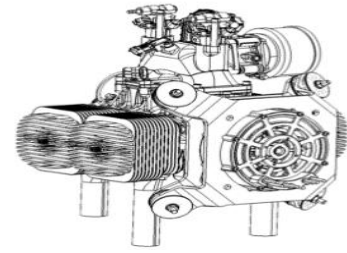
### 3.1. Keandalan dan Umur Mesin

Kualitas bahan bakar juga dapat mempengaruhi keandalan dan umur mesin 2 tak. Bahan bakar yang berkualitas buruk dapat menyebabkan penumpukan karbon, kerusakan pada komponen mesin, dan penurunan performa. Pengujian ini juga akan mengevaluasi dampak kedua jenis bahan bakar terhadap keandalan dan umur mesin 2-tak UAV.

### 3.2. Kondisi Operasional UAV

UAV sering dioperasikan dalam kondisi lingkungan yang ekstrem, seperti suhu tinggi, kelembapan tinggi, atau ketinggian tinggi. Pengujian ini akan dilakukan dalam berbagai kondisi operasional untuk mengevaluasi performa mesin 2 tak dengan kedua jenis bahan bakar dalam kondisi yang berbeda. Hasil pengujian

akan memberikan informasi penting tentang keandalan mesin dalam berbagai kondisi operasional. Pengujian mesin 2-tak UAV dengan Pertamina Turbo dan Shell Nitro Plus bertujuan untuk mengoptimalkan performa, efisiensi, dan keandalan mesin.



### 3.3. Profile Mesin

Mesin Limbach EP-30 adalah mesin pesawat ringan yang diproduksi oleh Limbach Flugmotoren, perusahaan asal Jerman. Mesin ini dirancang untuk digunakan pada pesawat ultralight, UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*), dan aplikasi penerbangan ringan lainnya. Berikut adalah beberapa poin penting mengenai mesin Limbach EP-30.

**3.3.1. Karakteristik Umum, Tipe Mesin,** Mesin 2 tak, yang dikenal dengan rasio daya terhadap berat yang tinggi, membuatnya cocok untuk aplikasi penerbangan ringan.

- Konfigurasi, konfigurasi silinder ganda,
- Pendinginan, pendinginan udara, yang menyederhanakan desain dan mengurangi kompleksitas.
- Keluaran tenaga, Around 20kW.
- Displacement, Approximately 288 cc
- Berat 14.5 kg (*with power system*)
- Max RPM 7000 RPM
- *Dual spark plugs per cylinder*

**3.3.2. Gambar mesin dan Spesifikasi,** Mesin yang dipilih adalah GB409, mesin piston pesawat dengan empat silinder, dua langkah, dan pencapaian percikan yang saling berhadapan secara horizontal. Mesin ini menggabungkan beberapa desain canggih, termasuk teknologi kontrol elektronik, teknologi pelumasan campuran, teknologi pembakaran dengan pengapian, dan desain struktur yang ringan. Mesin ini menawarkan berbagai keuntungan seperti pemasangan yang mudah, penyalaan yang cepat, dan sistem kontrol elektronik yang lengkap. Mesin ini dipasang di nacelle eksternal yang terletak di bagian belakang badan pesawat, dengan satu mesin per pesawat. Gambar garis besar mesin dapat dilihat pada gambar berikut ini.

### 3.4. Profil bakar bakar Uji

- **Nilai Oktan (RON):**

- Pertamina Turbo, memiliki nilai RON 98,4.
- Shell V Power Nitro+, memiliki nilai RON 98,0.

- **Kandungan Sulfur:**

- Pertamina Turbo, memiliki kandungan sulfur sekitar 40 ppm (parts per million).
- Shell V Power Nitro+, memiliki kandungan sulfur sekitar 50 ppm.

- **Kandungan Gum:**

- Pertamina turbo memiliki nilai unwashed gum 4,4 mg/100ml.
- Shell Nitro+ memiliki nilai unwashed gum 61,4 mg/100ml.

### 3.5. Analisis Data

- Mengenalisis data pengujian untuk mengidentifikasi perbedaan performa, efisiensi, suhu, dan keandalan antara kedua jenis bahan bakar.
- Menggunakan grafik dan tabel untuk memvisualisasikan data pengujian.
- Melakukan analisis statistik untuk menguji signifikansi perbedaan antara kedua jenis bahan bakar.
- **Dokumentasi:**
  - Dokumentasikan semua prosedur pengujian, data pengujian, dan hasil analisis.
  - Buat laporan pengujian yang komprehensif.

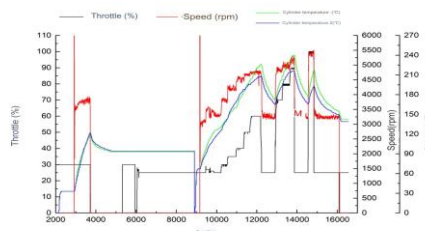
### 3.6. Hasil Pengujian

#### 3.6.1. Pengujian Dengan Pertamina Turbo

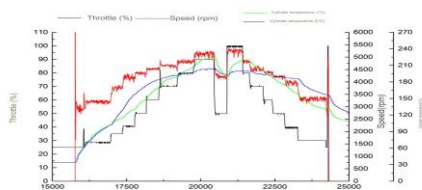
Lokasi Tes : Subang, Indonesia  
Tanggal Tes : 10, 11, 12 Juli 2024  
Fuel : Pertamina Turbo  
Durasi pengujian: 10 Juli pengujian  
DID311-01 selama 13 menit, pengujian

DID311-02 selama 14 menit, 11 Juli pengujian DID311-01 selama 26 menit, pengujian DID311-02 selama 1 jam 45 menit, 12 Juli pengujian DID311-01 selama 22 menit, Baling-balin Elang 33×20, Baling-baling kayu. Hasil Tes ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

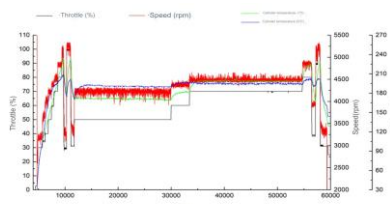
| S/N | Throttle Open % | Engine RPM |
|-----|-----------------|------------|
| 1   | 30              | 3150       |
| 2   | 40              | 3850       |
| 3   | 50              | 4200       |
| 4   | 60              | 4550       |
| 5   | 70              | 4700       |
| 6   | 80              | 4900       |
| 7   | 90              | 5150       |
| 8   | 100             | 5300       |



Engine ground test data graph (July 10, 2024)



Engine ground test data graph (July 11, 2024)

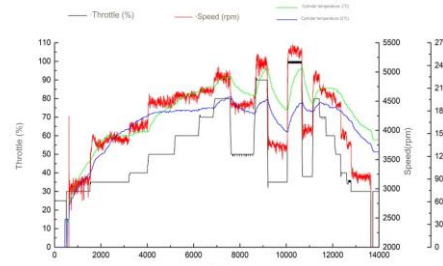


Engine ground test data graph (July 12, 2024)

### 3.6.2. Pengujian Dengan Shell Nitro Plus

Lokasi Tes : Subang, Indonesia  
Tanggal Tes : 10, 11, 12 Juli 2024  
Fuel : Shell Nitro Plus  
12 Juli : Pengujian DID311-01 selama 22 menit, Baling-balin Elang 33×20, Baling-baling kayu. Hasil Tes ditunjukkan pada tabel di bawah ini:

| S/N | Throttle Open % | Engine RPM |
|-----|-----------------|------------|
| 1   | 30              | 3150       |
| 2   | 40              | 3850       |
| 3   | 50              | 4200       |
| 4   | 60              | 4550       |
| 5   | 70              | 4700       |
| 6   | 80              | 4900       |
| 7   | 90              | 5150       |
| 8   | 100             | 5300       |



Engine ground test data graph (July 12, 2024)

## 4. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Dari hasil penelitian dan pembahasan diatas dapat disimpulkan sebagai berikut:

- **Performa Mesin:**
  - Pertamina Turbo cenderung memberikan performa tarikan atas yang lebih agresif.
  - Shell VPower Nitro+ cenderung memberikan tarikan bawah yang lebih responsif dan efisiensi bahan bakar yang baik.
  - Performa mesin dapat bervariasi tergantung pada jenis mesin dan kondisi penggunaan.
- **Penggunaan dalam UAV:**
  - Mengingat mesin UAV seringkali beroperasi dalam kondisi ekstrem, bahan bakar berkualitas tinggi seperti Pertamina Turbo atau Shell VPower Nitro+ dapat memberikan keuntungan dalam hal performa dan keandalan.
  - Namun, perlu diingat bahwa mesin 2 tak, seperti EP30, memerlukan campuran bahan bakar dengan oli, dan rasio campuran ini sangat penting untuk diperhatikan.

- Kedua bahan bakar ini memiliki kualitas yang tinggi, dengan perbedaan kecil dalam karakteristiknya.
- Pemilihan bahan bakar terbaik untuk mesin EP 30 mungkin bergantung pada kebutuhan spesifik aplikasi UAV, seperti preferensi untuk performa tarikan atau efisiensi bahan bakar.
- Selalu perhatikan rasio campuran bahan bakar dan oli yang direkomendasikan oleh produsen mesin.

## 5. REFERENSI

- [1] Askue, Vaughan, *Flight Testing Homebuilt Aircraft*, Iowa State University Press, 1992.
- [2] Bingelis, Tony, *Sportplane Builder: Homebuilders and Stall Spin Safety*, EAA Sport Aviation, April 1981.
- [3] Bingelis, Tony, *Sportplane Builder: Stage 1: Making Preparations for Flight Testing*, EAA Sport Aviation, January 1989.
- [4] Bingelis, Tony, *Sportplane Builder: Stage 2: Making the Initial Test Flight*, EAA Sport Aviation, February 1989.
- [5] Bingelis, Tony, *Sportplane Builder: Stage 3: Expanding the Flight Envelope*, EAA Sport Aviation, March 1989.
- [6] EAA *Flight Test Manual Version 1.1* May 2021.
- [7] Englert, Sonja. *Homebuilt Aerodynamics and Flight Testing*, [www.caro-engineering.com](http://www.caro-engineering.com).
- [8] FAA AC 23-8B *Flight Test Guide for Certification of Part 23 Airplanes*.
- [9] FAA AC 90-89B *Amateur-Built Aircraft and Ultralight Flight Testing Handbook*.
- [10] FAA AC 90-109A *Transition to Unfamiliar Aircraft*.
- [11] FAA AC 90-116 *Additional Pilot Program for Phase I Flight Test*
- [12] Flight Advisor, *Before You Fly: Thoughts on Your First Flight and the Flight Advisor Program*, EAA Website.
- [13] Kolano, Ed, *Trim Speed Band*, EAA Sport Aviation, June 1998.
- [14] Kolano, Ed, *Test Pilot: Airspeed Accuracy*, EAA Sport Aviation, February 2001.
- [15] Kolano, Ed, *Test Pilot: Airspeed Calibration*, EAA Sport Aviation, March 2001.
- [16] Kolano, Ed, *Test Pilot: Airspeeds*, EAA Sport Aviation, January 2001
- [17] Stinton, Darrol, *Flying Qualities and Flight Testing of the Airplane*, AIAA, 1996