

**(Pengaruh Variasi Tipe Bahan Bakar Terhadap Ruang Bakar *Engine Lycoming* pada Pesawat *Cessna 172S*)**

***(The Effect Of Fuel Variation On The Combustion Chamber Lycoming Engine Aircraft Cessna 17S)***

**Muhammad Nur Cahyo H.N**

Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember dan mncahyohn@gmail.com

**Abstrak**

Keselamatan penerbangan merupakan faktor utama setiap operasi penerbangan. Menciptakan keselamatan, keamanan, dan kelancaran lalu lintas udara telah menjadi komitmen bersama dari setiap pelaku usaha industri penerbangan. Pesawat udara diwajibkan untuk mampu menghubungkan satu tempat ke tempat lainya dengan waktu yang lebih cepat serta tingkat keselamatan dan kenyamanan lebih tinggi. Pesawat bisa terbang karena ada momentum dari dorongan horizontal mesin pesawat, kemudian dorongan *engine* tersebut akan menimbulkan perbedaan kecepatan aliran udara dibawah dan diatas sayap pesawat . Kecepatan udara diatas sayap akan lebih besar dari dibawah sayap di karenakan jarak tempuh lapisan udara yang mengalir di atas sayap lebih besar dari pada jarak tempuh di bawah sayap, waktu tempuh lapisan udara yang melalui atas sayap dan di bawah sayap adalah sama . Dalam beberapa kasus, mesin menjadi salah satu penyebab terjadinya kecelakaan. yang disebabkan karena detonasi yang terjadi karena terkumpulnya *carbon deposit* di dalam mesin, sehingga menurunkan performa mesin. Pada penelitian ini didapatkan umlah *RPM* tertinggi diperoleh pada saat pengujian dengan tipe bahan bakar *avgas 100 ll*, dengan hasil *2390 RPM* ,jumlah *RPM* terendah diperoleh pada saat pengujian dengan tipe bahan bakar *autofuel*, dengan hasil *2310 RPM* *Autofuel* lebih banyak terakumulasi *carbon deposit* daripada *avgas 100* dan *avgas 100ll*. Semakin banyak *carbon deposit* yang ada di dalam silinder maka akan meningkatkan *CHT*.

**Kata Kunci:** Pesawat, *RPM*, dan *Carbon Deposit*

**Abstract**

*Flight safety is a major factor in every flight operation. Creating safety, security and smooth air traffic has become a joint commitment of every aviation industry businessman. Aircraft are required to be able to connect one place to another with a faster time and a higher level of safety and comfort. The aircraft can fly because there is momentum from the horizontal thrust of the aircraft engine, then the engine boost will cause differences in air flow velocity below and above the aircraft's wings. The velocity of the air above the wing will be greater than under the wing because the distance of the air layer flowing above the wing is greater than the distance under the wing, the travel time of the air layer passing over the wing and under the wing is the same. In some cases, the engine is one of the causes of accidents. caused by detonation that occurs due to the accumulation of carbon deposits in the engine, thus reducing engine performance. In this study, the highest amount of RPM was obtained when testing with avgas 100 ll fuel type, with the results of 2390 RPM, the lowest amount of RPM was obtained when testing with autofuel fuel type, with 2310 RPM Autofuel results accumulating more carbon deposits than avgas 100 and avgas 100ll. The more carbon deposits that are in the cylinder, the CHT will increase.*

**Keywords:** Aircraft, *RPM*, and *Carbon Deposit*

## PENDAHULUAN

Keselamatan penerbangan merupakan faktor utama setiap operasi penerbangan. Menciptakan keselamatan, keamanan, dan kelancaran lalu lintas udara telah menjadi komitmen bersama dari setiap pelaku usaha industri penerbangan. Berdasarkan dokumen yang dikeluarkan oleh organisasi penerbangan sipil internasional dalam ICAO Doc.9859 tentang *safety management manual (SMM)*, dalam operasional penerbangan. Keselamatan adalah kondisi di mana risiko kerugian atau kerusakan terbatas atau direduksi pada tingkat yang dapat diterima. Keselamatan merupakan urusan dan tanggung jawab semua orang, bukan teori tapi praktek melalui proses terus-menerus dalam mengidentifikasi bahaya, pengelolaan risiko dan ekspektasi kinerja. Pesawat udara diwajibkan untuk mampu menghubungkan satu tempat ke tempat lain dengan waktu yang lebih cepat serta tingkat keselamatan dan kenyamanan lebih tinggi. Setiap pengoperasian pesawat terbang harus mempunyai sistem perencanaan pemeliharaan yang terjadwal dengan baik agar kelaikan udara (*airworthiness*) dan keselamatan (*safety*) selalu terjamin (Yarlina dan Evy Lindasari, 2013).

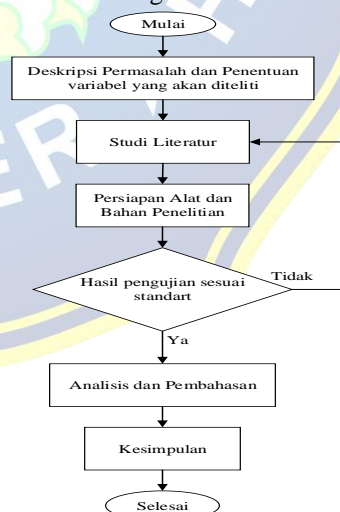
Pesawat terbang merupakan moda transportasi yang paling efektif dan efisien dalam melakukan perpindahan dari satu tempat ke tempat yang lain. Namun dilain sisi, pesawat terbang juga merupakan alat transportasi yang memiliki tingkat risiko kecelakaan yang tinggi (Jurnal kesehatan, 2018). Dari tahun 2016-2018, di Indonesia telah terjadi 35 insiden kecelakaan pesawat udara yang telah diselidiki oleh KNKT pada tahun 2019, 11 diantaranya adalah sekolah pilot atau *flying school*. Angka kejadian tersebut jika dipersentasekan mencapai 31,8% dari seluruh kejadian kecelakaan dan insiden selama 2 tahun terakhir. Ditambah lagi, baru-baru ini telah terjadi kecelakaan pesawat latih milik AAA yang menewaskan satu siswa di Indramayu pada 22 Juli 2019.

*Engine* merupakan salah satu *major component* yang krusial dalam sistem pesawat. Oleh karena itu *performa engine* menentukan *power* yang diperoleh. Pesawat untuk melakukan *take off* (N. Syarif Sr, 2015). Dalam beberapa kasus, mesin menjadi salah satu penyebab terjadinya kecelakaan. Seperti pada beberapa contoh kasus kecelakaan yang telah dialami oleh sekolah pilot di Indonesia. Menurut data investigasi KNKT pada kecelakaan pesawat latih milik PT. *Nusa Flying School*, kecelakaan terjadi karena *engine failure*, yang disebabkan karena terganggunya aliran bahan bakar pada mesin. Dalam kasus lain, kecelakaan yang terjadi pada pesawat milik *merpati flying school* yang menewaskan satu calon

pilot di Sumenep pada tahun 2014. Setelah diinvestigasi oleh KNKT, kecelekaan ini terjadi karena *engine failure* yang disebabkan karena detonasi yang terjadi karena terkumpulnya *carbon deposit* di dalam mesin, sehingga menurunkan performa mesin. Dalam buku *FAA Powerplant handbook volume 1*, *carbon deposit* terjadi karena pembakaran yang tidak sempurna pada silinder mesin. *Carbon deposit* juga dapat berujung pada *misfiring* atau *ignition* yang tidak sesuai dengan urutan normal. Selain detonasi, beberapa gangguan mesin juga dapat terjadi pada mesin yang telah banyak terakumulasi *carbon deposit*, seperti *valve sticking*, *spark plug* kotor, angka *CHT* yang naik, dan menurunkan kompresi mesin (J. Xie, Y. Zhou, and M. Tian, 2014). Komponen kimiawi yang paling berperan dalam terbentuknya *carbon deposit* adalah titik didih bahan bakar, semakin tinggi titik didih suatu bahan bakar, semakin tinggi pula kemungkinan terbentuknya *deposit*. *CHT (cylinder head temperature)* merupakan indikator untuk menunjukkan pengukuran energi panas yang muncul saat *power stroke*, ketika silinder mesin berada dalam keadaan tertekan karena tingginya suhu dan tekanan di dalam mesin. Sedangkan *EGT (exhaust gas temperature)* indikator yang menunjukkan pengukuran energi panas yang muncul saat *exhaust stroke*. Dari latar belakang di atas maka dibuatlah analisis tentang pengaruh beberapa tipe bahan bakar yang digunakan pada pesawat *CESSNA 172S*.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di *apron* Akademi Penerbang Indonesia Banyuwangi. Diagram alir yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut



**Gambar 1** Diagram Alir Penelitian

Dalam penelitian ini variabel yang akan diteliti dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini

**Tabel 1** Variabel Penelitian

Parameter	Variabel Terikat	Variabel Bebas
Bentuk dan kondisi ruang bakar pesawat	Mesin pesawat	Bahan bakar yang digunakan pesawat
	Rpm terhadap CHT	
	Rpm terhadap EGT	

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan dalam jumlah pengujian RPM adalah 6 kali pengujian dengan nilai RPM yang berbeda-beda dalam selang waktu 1 menit kecuali pada saat full throttle tidak melebihi dari 10 detik, dimana setiap pengujian terdiri dari pengukuran *exhaust gas temperature (EGT)* dan *cylinder head temperature (CHT)* serta angka *RPM* yang dihasilkan ketika posisi *full throttle*, pengambilan data diambil satu kali yang di tampilkan pada *PFD* dan *MFD*. Data *CHT*, *EGT* dan *RPM* akan diperoleh dari angka yang muncul pada *MFD/PFD* dan nantinya akan dimasukkan ke dalam tabel yang telah tersedia. Setelah semua data yang diinginkan diperoleh langkah selanjutnya adalah menganalisa hasil untuk mengetahui perubahan *CHT* dan *EGT*. Kemudian ruang bakar dilihat kondisinya dengan menggunakan *boroscope*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

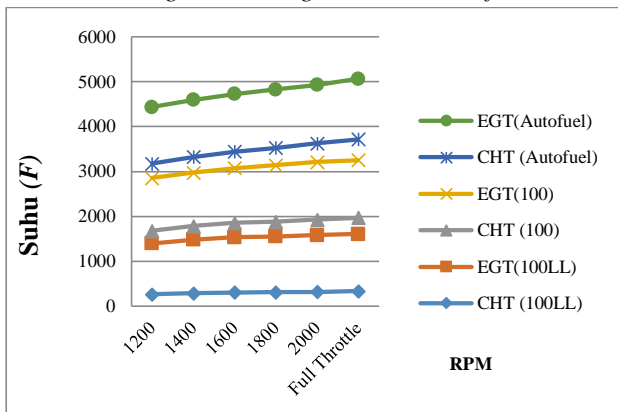
*EGT* pada tiap bahan bakar dari *RPM* 1200 hingga posisi *full throttle* didapatkan nilai *EGT* yang terus meningkat, khusus untuk *RPM full throttle* pada setiap bahan bakar memiliki nilai *RPM* sendiri. Untuk *RPM full throttle* pada *Avgas 100LL 2390*, *RPM full throttle* pada *Avgas 100 2430*, dan *RPM full throttle* pada *Autofuel 2310*. Perlu diingat bahwa *EGT* adalah indikator yang menunjukkan suhu saat gas hasil pembakaran keluar melalui *probe* pada *EGT*. Hal ini wajar terjadi, karena seiring terjadinya peningkatan jumlah *RPM* maka juga meningkatkan jumlah bahan bakar yang melalui proses pembakaran pada silinder mesin. Dikarenakan sejatinya *EGT* adalah indikator yang digunakan untuk mengukur energi buang dalam bentuk suhu yang tidak di salurkan menjadi gerakan mekanik untuk memutar *propeller*. Kemudian pada pengujian menggunakan bahan bakar *autofuel* ketika *full throttle* didapatkan nilai *EGT* 1345°F, pada pengujian menggunakan bahan bakar *avgas 100* ketika *full throttle* mengalami penurunan sehingga didapatkan nilai *EGT* 1280°F, sedangkan pada pengujian menggunakan bahan bakar *avgas 100 low lead*, angka *EGT* mengalami penurunan dibandingkan dengan bahan bakar yang diujikan sebelumnya yaitu 1270 °F. Sehingga dari gambar grafik tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa nilai *EGT* pada pengujian menggunakan bahan bakar *avgas 100 low lead* memiliki perolehan nilai *EGT* yang lebih rendah dari pada ke dua bahan bakar yang diujikan. Hal ini menunjukkan bahwa mesin yang menggunakan bahan bakar

ini memiliki temperatur yang lebih dingin, mengingat bahwa *EGT* memiliki batas ambang sebesar 1650°F sesuai dengan apa yang disebutkan di *Pilot Operating Handbook Cessna 172s*, maka dari itu semakin jauh selisih suhu yang diperoleh dari pengujian dengan ambang batas maka semakin aman kondisi mesin tersebut.

Sedangkan untuk *cylinder head temperature* pada grafik hasil pengujian di tiga bahan bakar, dapat diambil data bahwa, peningkatan angka juga terjadi pada setiap angka *RPM* yang diujikan dari 1200 *RPM* hingga posisi *full throttle*. Hal ini terjadi karena *CHT* merupakan nilai suhu yang diukur ketika terjadi pembakaran, maka peningkatan nilai *CHT* mengindikasikan bahwa mesin sedang dalam proses peningkatan *RPM*. Namun perlu digaris bawahi bahwa meskipun peningkatan angka *CHT* ini normal terjadi seiring berubahnya jumlah *RPM* yang di berikan, *CHT* juga memiliki ambang batas yang sudah ditetapkan oleh pabrikan, yaitu 500°F. Dari data yang didapat bisa dilihat pada pengujian menggunakan bahan bakar *autofuel* ketika *full throttle* didapatkan nilai *CHT* 465 °F, pada pengujian menggunakan bahan bakar *avgas 100* ketika *full throttle* mengalami penurunan sehingga didapatkan nilai *CHT* yaitu 365°F, sedangkan pada pengujian menggunakan bahan bakar *avgas 100 low lead* pada saat *full throttle*, angka *CHT* semakin turun hingga pada angka 340 °F. Nilai *CHT* terendah dari ketiga bahan bakar yang diujikan adalah pada *avgas 100 low lead*, sesuai dengan *PILOT OPERATING HANDBOOK C172S* yang mengatakan bahwa angka ambang batas *CHT* adalah 500°F, maka dari ketiga bahan bakar yang diujikan *avgas 100 low led* memiliki jarak ambang batas yang lebih jauh, maka dari itu *engine Lycoming* yang menggunakan bahan bakar *avgas 100 low lead* memiliki kondisi yang lebih sehat dari pada penggunaan bahan bakar *autofuel* ataupun *avgas 100*. Hal ini terjadi karena *avgas 100 low lead* memiliki kandungan timbal yang lebih rendah dari pada *avgas 100* dan memiliki *octane rating* yang lebih tinggi dari pada bahan bakar *autofuel*, ini lah yang menyebabkan *CHT avgas 100ll* lebih rendah karena dalam prakteknya timbal yang dipakai lebih sedikit sehingga *deposit* timbal yang terjadi di dalam mesin tidak terlalu banyak dan tidak mengganggu proses pembakaran dan jauh dari kemungkinan detonasi dan *preignition* yang sering terjadi karena suhu *CHT* yang tinggi dan *deposit* yang tertinggal di dalam mesin. Serta *avgas 100 ll* memiliki resistansi terhadap knocking lebih tinggi dari pada *autofuel* karena pada *avgas* yang digunakan sebagai *antiknocking* adalah timbal yang sudah teruji lebih baik daripada yang digunakan oleh *mogas* yang menggunakan *ethanol* sebagai *antikncking*.

Sedangkan saat *full throttle* dapat dilihat pada hasil pengujian, *avgas 100 low lead* mendapatkan angka 2390 *RPM*, pada pengujian menggunakan bahan bakar *avgas 100* menurun dengan angka 2340 *RPM*, sedangkan pada

pengujian menggunakan bahan bakar *autofuel* nilai yang di peroleh lebih menurun menjadi 2310 RPM. Hal ini terjadi karena suhu *CHT* yang mempengaruhi performa mesin dalam menghasilkan RPM. Semakin tinggi angka *CHT* maka semakin tinggi peluang terjadinya *misfiring*, *preignition* hingga detonasi. Ketiga hal tersebut dapat terjadi berulang hingga RPM yang diperoleh berkurang. Oleh karena itu *avgas 100 ll* memperoleh angka RPM yang lebih tinggi. Pada Gambar 2 merupakan grafik pengujian bahan bakar *avgas 100ll*, *avgas 100*, dan *autofuel*.



**Gambar 2** Grafik Hasil Pengujian Avgas 100LL, Avgas 100, dan Autofuel

Perbedaan hasil pengujian ruang bakar *engine lycoming* pesawat *Cessna 172S* menggunakan *boroscope* dapat dilihat pada gambar 3 berikut ini



(a) Avgas 100LL (b) Avgas 100 (c) Autofuel

**Gambar 3** Hasil Pengujian menggunakan *Boroscope* pada Avgas 100LL, Avgas 100, dan Autofuel

## PENUTUP

### Simpulan

Setelah melakukan pengujian terhadap beberapa tipe bahan bakar dengan beberapa variasi RPM serta pengecekan visual dengan menggunakan *boroscope*, maka dapat diambil kesimpulan tentang pengaruh beberapa tipe bahan bakar terhadap ruang bakar *engine lycoming*. Beberapa Kesimpulan yang dihasilkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan bahan bakar *avgas 100 low lead*, *avgas 100* dan *autofuel* dapat mempengaruhi jumlah RPM

yang didapat, nilai *CHT* dan juga nilai *EGT* yang ditunjukkan pada mesin.

2. *Autofuel* memberikan jumlah RPM terendah pada pengujian yakni 2310 RPM, memberikan hasil *CHT* dan *EGT* yang paling tinggi, serta lebih banyak terakumulasi *carbon deposit* pada kepala piston daripada *avgas 100* dan *avgas 100ll*.

### Saran

Dalam pengujian beberapa tipe bahan bakar untuk mengetahui pengaruhnya terhadap pembakaran *engine Lycoming IO-360-L2A* ada beberapa hal yang perlu diperhatikan.

1. Selalu menggunakan alat pengaman diri dalam setiap melakukan pengujian dan perhatikan untuk selalu memperhatikan keselamatan.
2. Pengujian RPM dapat dilakukan setelah *oil temperature* berada pada garis hijau agar memperoleh hasil yang maksimal.
3. Selalu perhatikan tekanan oli untuk tetap berada di garis hijau agar pengujian berjalan dengan baik.
4. Usahakan dalam pengecekan *full throttle* tidak lebih dari 10 detik, gunakan alat bantu untuk mengabadikan hasil yang ditunjukkan oleh *MFD* dan *PFD*.

### DAFTAR PUSTAKA

- A.K. Hasannuddin. 2018. *Performance, emissions and carbon deposit characteristics of diesel engine operating on emulsion fuel*. Vol. 142. *Energy A.Engines*. 2000. *Service instruction* Vol. 912, no. February. Reason
- After Lead, *Popular Science (October 1987 ed.)*, Bonnier Corporation, p. 94, October 1987.
- Badaruddin II Palembang Airport Lita Yarlina dan Evy Lindasari P. Penelitian and P. Udara, 2013 "Jurnal Perhubungan Udara Pelaksanaan Pengawasan Keselamatan Penerbangan di Bandar Udara SM . Implementation Flight Safety Monitoring in SM .," vol. 39, no. 1.
- D. Chrisna et al. 2017. Transformasi dalam performa pesawat terbang di generasi berbeda, Vol.13
- Faith Keyes and Clark, 1975, "Industrial Chemical", 4,h Edition, Jonh Wiley and Sons Inc., New York.
- FAA, 2012 "Aviation Maintenance Technician Handbook - General," *Aviat. Maint.*