

Pengaruh *Load Compressor Tip Clearance* (T) Terhadap Performa APU GTCP 131-9B Berdasarkan Korelasi Pearson

Ganjar Muhammad Nur*, Tri Susilo, Endah Yuniarti

Prodi Teknik Penerbangan, Fakultas Teknologi Kedirgantaraan, Universitas Suryadarma
Komplek Bandara Halim Perdanakusuma, Jakarta 13610, Indonesia

* Corresponding Author : ganjarmuhammad@gmail.com

Abstrak – Performa suatu APU ditunjukkan pada beberapa parameter, diantaranya *exhaust gas temperature* (EGT), *fuel consumption* dan *bleed air*. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi nilai performa APU adalah *load compressor tip clearance* (T), yang merupakan jarak antara *driven compressor rotor* dengan *driven centrifugal compressor case*. Faktor ini dapat berpengaruh kepada kualitas dari *bleed air* yang dihasilkan dari APU tersebut. Apabila parameter dari *bleed air*, yaitu: *air pressure*, *air flow*, dan *air temperature* masuk limit maka *electronic control unit* (ECU) akan mengatur untuk mempertahankan APU bekerja dalam kondisi tersebut, namun apabila nilai dari parameter *bleed air* tersebut tidak mencukupi maka ECU akan menambah *fuel consumption* sehingga EGT menjadi lebih tinggi. Apabila EGT tinggi dan mendekati limit maka performa dari APU tersebut dapat dikatakan buruk. Sehingga pada penelitian ini akan diteliti korelasi antara *load compressor tip clearance* (T) terhadap performa aktual APU 131-9B. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode korelasi Pearson yaitu dengan cara membandingkan nilai dari *load compressor tip clearance* (T) pada masing-masing APU terhadap hasil performa aktualnya. Dalam pengolahan data diolah dengan bantuan *software* SPSS dan hasil korelasinya dinyatakan dalam koefisien korelasi. Hasil penelitian korelatif tersebut diperoleh kesimpulan bahwa dari lima parameter performa APU, *load compressor tip clearance* (T) dapat berpengaruh signifikan pada dua parameter performa yaitu *corrected bleed temperature* (TBCOR) dan *corrected fuel consumption* (WFCOR).

Kata Kunci : APU 131-9B, korelasi Pearson, *load compressor tip clearance* (T)

Abstract – APU performance could be shown by *exhaust gas temperature* (EGT), *fuel consumption* and *bleed air*. One of influence factor the APU performance is *load compressor tip clearance* (T) known as clearance between *driven compressor rotors* with *driven centrifugal compressor case*. It clearance is suspected having influence to quality of *bleed air* which produced by APU. If parameters of *bleed air*, eg: *air pressure*, *air flow*, and *air temperature*, are in limit range then *electronic control unit* (ECU) will be govern and maintain APU on that condition. However, if *bleed air* parameter is not within limit then ECU will govern in order to add *fuel consumption* so that EGT goes to high. If EGT is high and approach the limit then APU performance could said as poor quality. Therefore on this research will be examined the correlation between *load compressor tip clearance* (T) towards its actual performance on APU GTCP 131-9B. The method used on the research is Pearson correlation method which comparing value of *load compressor tip clearance* (T) to its performance. In the processing of data, the data processed by SPSS software and correlation results expressed in the correlation coefficient. The conclusion of this correlative research is that from five existing APU performance parameters, *load compressor tip clearance* (T) could affect significantly towards two performance parameters. Those two parameters are *corrected bleed temperature* (TBCOR) and *corrected fuel consumption* (WFCOR).

Keywords: APU 131-9B, Pearson correlation, *load compressor tip clearance* (T).

1. PENDAHULUAN

Kapabilitas pada perawatan APU 131-9B di PT. GMF Aero Asia telah banyak berkontribusi dan menunjang kebutuhan APU pada pesawat B737-800 milik PT. Garuda sehingga tetap terjamin dalam pengoperasiannya. Perawatan APU tersebut didasarkan pada prosedur yang berlaku dan tetap mengutamakan nilai keamanan (*Safety*). Namun berdasarkan data laporan dari hasil subunit *test cell GMF Engine Maintenance* bahwa performa dari APU yang dirawat di unit *GMF Engine Maintenance* menunjukkan hasil yang kurang maksimal. Hasil performa yang kurang maksimal tersebut ditandai dengan *Exhaust Gas Temperature* (EGTCOR) dan *Bleed Air Pressure* (PBCOR) pada APU yang *dimaintenance* mendekati nilai batas (limit) yang ditentukan pada *Manual Book GTCP 131-9B*^[1].

Ketika proses *assembly* APU 131-9B terdapat *check point* untuk mengukur jarak antara *load compressor* dan *case compressor* atau disebut sebagai *Load Compressor Tip Clearance (T)*^[1] yang berkontribusi pada performa APU. Penilaian performa APU dibagi menjadi dua hal yaitu performa dari *bleed air* dan *Exhaust Gas Temperature* (EGT). *load compressor* dan *Case Compressor* adalah dua *parts* APU yang berkontribusi pada kualitas *bleed air* yang dihasilkan dari APU 131-9B. Apabila kinerja dari *Load Compressor* optimal maka suplai *Bleed Air* dari APU ke pesawat akan cukup dengan

nilai *Exhaust Gas Temperature* (EGT) yang rendah / jauh dibawah limit. Namun apabila kinerja dari *Load Compressor* rendah maka APU akan menambah tingkat *Fuel Consumption* untuk mencapai limit standar dari *Bleed Air* yang akan digunakan dalam/pada pesawat. Naiknya *Fuel Consumption* akan menyebabkan *Exhaust Gas Temperature* (EGT) meningkat sehingga performa dari APU tersebut dapat dikatakan buruk.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka dilakukan penelitian terhadap proses *assembly* APU 131-9B dengan berfokus pada meneliti korelasi antara *Load Compressor Tip Clearance (T)* ketika proses *assembly* terhadap performa aktual dari APU tersebut.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian korelasi ini dimulai dengan menentukan variabel penelitian yang akan diteliti yaitu berupa *Load Compressor Tip Clearance (T)* sebagai variabel bebas (*Independent variable*) dan kelima indikator performa sebagai variabel terikat (*dependent variable*) yaitu : *Corrected Bleed Pressure* (PBCOR), *Corrected Bleed Airflow* (WBCOR), *Corrected Bleed Temperature* (TBCOR), *Corrected Exhaust Gas Temperature* (EGTCOR) dan *Corrected Fuel Consumption* (WFCOR). Kemudian setelah ditentukan variabel penelitian tersebut, proses selanjutnya adalah meng-*input* data aktual dari hasil observasi kedalam bentuk tabel dan *database* pada *software* pengolah data.

Software pengolah data yang digunakan pada penelitian korelatif ini adalah IBM *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) *statistic 23*^[2]. Data aktual yang telah di-*input* dari hasil observasi diolah pada software pengolah data (SPSS) untuk dapat diketahui nilai korelasinya. Proses selanjutnya adalah menentukan hasil dari pengolahan data, apabila referensi data kurang maka akan dilakukan pengimputan dan pengolahan data ulang, sebaliknya apabila referensi data cukup maka data akan disajikan kedalam bentuk kurva dan grafik. Proses selanjutnya adalah mengkategorikan jenis korelasi berdasar pada tabel kekuatan korelasi. Pada bagian akhir data dianalisis dan disimpulkan.

2.1. Langkah korelasi

Langkah – langkah untuk menghitung nilai korelasi (*r*), sebagai berikut^{[3][3]}:

- Membuat tabel penolong. Tabel penolong adalah data yang diolah untuk memudahkan perhitungan koefisien korelasi.
- Menghitung nilai *r*. Sebagaimana diperlihatkan pada persamaan berikut :

$$r_{xy} = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n\sum x^2 - (\sum x)^2][n\sum y^2 - (\sum y)^2]}} \quad (2.1)$$

- Menghitung *t_{hitung}*
Tahapan untuk menghitung nilai *t_{hitung}* :

$$t_{hitung} = \frac{r\sqrt{n-2}}{1-(r)^2} \quad (2.2)$$

- Menentukan nilai *t_{tabel}*
Nilai *t_{tabel}* dapat dicari dengan menggunakan tabel distribusi *t* dengan cara menentukan taraf signifikan (α). Kemudian cari *t_{tabel}* pada tabel distribusi *studenta t*^[4].
- Kaidah pengujian^[3].
Jika, $-t_{tabel} \leq t_{hitung} \leq t_{tabel}$, maka tidak ada hubungan.
Jika, $t_{hitung} > t_{tabel}$, maka ada hubungan.
- Membandingkan *t_{tabel}* dan *t_{hitung}* ialah untuk mengetahui apakah ada hubungan antara variabel x dan y.

2.2. Koefisien Determinasi (KD)

Koefisien determinasi (KD) adalah angka yang menyatakan atau digunakan untuk mengetahui kontribusi atau sumbangan yang diberikan oleh sebuah variabel atau lebih X (bebas) terhadap variabel Y (terikat)^[3].

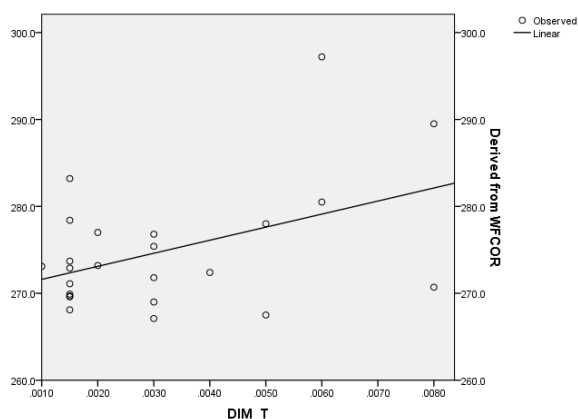
Rumus :

$$KD = r^2 \times 100\% \quad (2.3)$$

Dimana *r* adalah koefisien korelasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebagai contoh, berikut adalah pengolahan data korelasi antara *corrected fuel consumption* (WFCOR) terhadap *Load Compressor Tip Clearance* (T) pada *Environmental Control System* (ECS).



Gambar 1 Kurva korelasi antara *corrected fuel consumption* (WFCOR) terhadap *Load Compressor Tip Clearance* (T) pada kondisi *Environmental Control System* (ECS)

Gambar 1 memperlihatkan kurva dan sebaran data dari nilai *Corrected fuel consumption* (WFCOR) terhadap *Load Compressor Tip Clearance* (T) saat APU diuji pada keadaan *Environmental Control System* (ECS). Kurva tersebut menunjukkan hubungan yang signifikan antara nilai WFCOR terhadap T. Nilai *pearson correlation coefficient* yang didapat dari 24 sampel WFCOR terhadap T tersebut sebesar (positif) 0.444 dengan kategori korelasi cukup^[5].

Besar kontribusi *Load Compressor Tip Clearance* (T) terhadap *Corrected fuel consumption* (WFCOR) dinyatakan dalam koefisien determinasi (KD) sebagaimana dinyatakan pada persamaan (2.3) :

$$KD = r^2 \times 100\%$$

$$= 0.444^2 \times 100\% = 19.7 \%$$

Artinya pengaruh *Load Compressor Tip Clearance* (T) terhadap *Corrected fuel consumption* (WFCOR) pada keadaan ECS adalah sebesar 19.7% dan 80.3 % ditentukan oleh variabel lain.

Dari 24 sampel data performa APU GTCP 131-9B, Besar nilai dari *pearson correlation coefficient* antara *Load Compressor Tip Clearance* (T) terhadap masing – masing indikator performa APU yaitu : *Corrected Bleed Pressure* (PBCOR), *Corrected Bleed Airflow* (WBCOR), *Corrected Bleed Temperature* (TBCOR), *Corrected Exhaust Gas Temperature* (EGTCOR) dan *Corrected Fuel Consumption* (WFCOR) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Koefisien korelasi pearson antara *Load Compressor Tip Clearance* (T) dengan indikator performa APU pada keadaan ECS

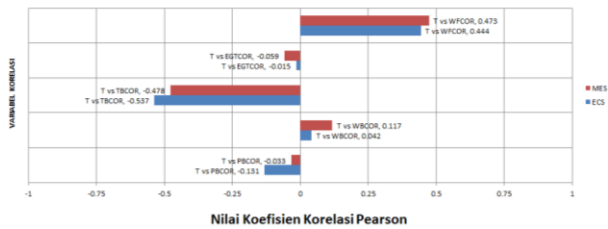
NO	VARIABEL	ECS	KATEGORI ^[5]
1	T vs WFCOR	0.444	Korelasi cukup
2	T vs EGTCOR	-0.015	Korelasi sangat lemah
3	T vs TBCOR	-0.537	Korelasi kuat
4	T vs WBCOR	0.042	Korelasi sangat lemah
5	T vs PBCOR	-0.131	Korelasi sangat lemah

Pada Tabel 1 dan pada Tabel 2 terdapat kolom kategori tentang keterangan kekuatan korelasi pearson.

Tabel 2 Koefisien korelasi pearson antara *Load Compressor Tip Clearance* (T) dengan indikator performa APU pada keadaan MES

NO	VARIABEL	MES	KATEGORI ^[5]
1	T vs WFCOR	0.473	Korelasi cukup
2	T vs EGTCOR	-0.059	Korelasi sangat lemah
3	T vs TBCOR	-0.478	Korelasi cukup
4	T vs WBCOR	0.117	Korelasi sangat lemah
5	T vs PBCOR	-0.033	Korelasi sangat lemah

Tabel 1 dan Tabel 2 tersebut dapat disajikan dalam bentuk kurva sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 2 berikut :



Gambar 2 Kurva kekuatan korelasi pearson antara *Load Compressor Tip Clearance (T)*.

Gambar 2 memperlihatkan kekuatan korelasi pearson antara *Load Compressor Tip Clearance (T)* terhadap masing-masing indikator performa APU. Korelasi tersebut adalah sebagai berikut.

Baris pertama dalam kurva pada Gambar 2 memperlihatkan hubungan T vs WFCOR memiliki hubungan korelasi dengan kategori korelasi cukup karena koefisien korelasi pada keadaan MES ataupun ECS berada antara 0.25 – 0.5. Pada keadaan ECS koefisien korelasi bernilai +0.444 dan pada keadaan MES bernilai +0.473. Koefisien korelasi bertanda positif (kurva kearah kanan) menunjukan hubungan korelasinya searah. Hal tersebut bermakna bahwa apabila nilai dari *load compressor tip clearance (T)* besar maka nilai dari *corrected fuel consumption (WFCOR)* akan meningkat.

Sementara baris kedua dalam kurva pada Gambar 2 memperlihatkan hubungan T vs EGTGOR yang memiliki hubungan korelasi yang sangat lemah karena koefisien korelasinya berada antara 0 – 0.25. Pada keadaan ECS besar koefisien korelasi bernilai -0.015 dan pada keadaan MES bernilai -0.059. Tanda negatif (kurva kearah kiri) bermakna bahwa hubungan tersebut saling berkebalikan. Hal tersebut

bermakna bahwa apabila nilai dari *load compressor tip clearance (T)* besar maka nilai dari *corrected exhaust gas temperature (EGTCOR)* akan kecil. Karena tergolong korelasi sangat lemah, besarnya nilai T tidak akan berpengaruh signifikan pada kecilnya nilai EGTGOR sehingga dapat diabaikan. Lemahnya korelasi T vs EGTGOR dikarenakan masih terdapat variabel lain yang berkontribusi pada performa *Exhaust Gas Temperature (EGT)*. Diantaranya yaitu : performa dari *engine compressor, combustion chamber, first stage turbine* dan *second stage turbine*.

Kemudian pada baris ketiga dalam kurva pada Gambar 2 memperlihatkan hubungan T vs TBCOR memiliki hubungan korelasi dengan kategori kuat untuk keadaan ECS karena koefisien korelasinya berada pada 0.5 – 0.75 dengan nilai koefisien korelasi sebesar -0.537 sementara pada keadaan MES hubungan T vs TBCOR tergolong kategori cukup karena koefisien korelasinya berada pada 0.25 – 0.5 dengan nilai koefisien korelasi sebesar -0.478. Tanda negatif (kurva kearah kiri) pada koefisien korelasinya bermakna bahwa hubungan korelasinya saling berkebalikan. Hal tersebut bermakna bahwa apabila nilai dari *load compressor tip clearance (T)* kecil maka nilai dari *corrected bleed air temperature (TBCOR)* atau suhu *bleed air* yang dihasilkan dari APU akan tinggi.

Selanjutnya, baris keempat dalam kurva pada Gambar 2 memperlihatkan

hubungan T vs $WBCOR$ dengan kategori korelasi sangat lemah pada keadaan MES dan ECS karena koefisien korelasinya berada antara 0 – 0.25. Pada keadaan ECS koefisien korelasi bernilai bernilai +0.042 dan pada keadaan MES bernilai +0.117. Koefisien korelasi bertanda positif (kurva kearah kanan) menunjukan hubungan korelasinya searah. Hal tersebut bermakna bahwa apabila nilai dari *load compressor tip clearance (T)* besar maka nilai dari *corrected fuel consumption (WFCOR)* akan tinggi.

Kemudian baris kelima dalam kurva pada Gambar 2 memperlihatkan hubungan antara T vs $PBCOR$ yang memiliki hubungan korelasi dengan kategori korelasi sangat lemah, baik pada keadaan ECS ataupun MES, karena nilai koefisien korelasinya berada pada 0 – 0.25. Pada keadaan ECS besar koefisien korelasi bernilai -0.131 dan pada keadaan MES bernilai -0.033. Koefisien korelasi bertanda negatif (kearah kiri) menunjukan hubungan korelasinya saling berkebalikan. Hal tersebut bermakna bahwa apabila nilai dari *load compressor tip clearance (T)* besar maka nilai dari *corrected bleed air pressure (PBCOR)* akan kecil. Karena tergolong korelasi sangat lemah, besarnya nilai T tidak akan berpengaruh signifikan pada kecilnya nilai $EGTCOR$ sehingga dapat diabaikan. Lemahnya korelasi antara T vs $PBCOR$ disebabkan karena bergetarnya *inlet guide vanes (IGV)* sebagai tempat masuknya udara sehingga akan

mempengaruhi pada hasil kompresi udara oleh *load compressor*.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan koefisien korelasi pearson yang didapat dari pengujian, *load compressor tip clearance (T)* berpengaruh cukup signifikan terhadap dua dari lima indikator performa APU 131-9B. Kedua indikator performa tersebut yaitu *Corrected Fuel Consumption (WFCOR)* dan *Corrected Bleed Temperature (TBCOR)*. Sementara hubungan *load compressor tip clearance (T)* terhadap *Corrected Exhaust Gas Temperature (EGTCOR)*, *Corrected Bleed Airflow (WBCOR)*, dan *Corrected Bleed Pressure (PBCOR)* tergolong korelasi lemah sehingga dapat diabaikan.

Hubungan *load compressor tip clearance (T)* terhadap *Corrected Fuel Consumption (WFCOR)* memiliki hubungan terbalik. Hal tersebut bermakna bahwa apabila nilai dari *load compressor tip clearance (T)* besar maka nilai dari *corrected fuel consumption (WFCOR)* akan meningkat. Besar pengaruh *load compressor tip clearance (T)* terhadap *corrected fuel consumption (WFCOR)* adalah 19.7% pada keadaan ECS dan 22.4% pada keadaan MES. Sementara hubungan *load compressor tip clearance (T)* terhadap *Corrected Bleed Temperature (TBCOR)* searah. Hal tersebut bermakna bahwa apabila nilai dari *load compressor tip clearance (T)* kecil maka nilai dari *corrected bleed air temperature (TBCOR)* atau suhu *bleed air* yang dihasilkan dari

APU akan tinggi. Besar pengaruh *load compressor tip clearance* (*T*) terhadap *Corrected Bleed Temperature* (TBCOR) adalah 28.8% pada keadaan ECS dan 22.8% pada keadaan MES.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. Honeywell. 1997. *Engine Manual Revision No. 8* Honeywell International Inc.: Phoenix.
2. IBM. 2015. *IBM Software Catalogue*. <http://www-03.ibm.com/software/products/en/spss-stats-standard>. 'Diakses pada: 2 September 2015.
3. Siregar, I.S. 2015. *Statistika Terapan Untuk Perguruan Tinggi*. Prenadamedia Group: Jakarta.
4. Gerstman, B. _____. *T-table*. <http://www.sjsu.edu/faculty/gerstman/StatPrimer/t-table.pdf>. 'Diakses pada: 02 April 2016.
5. Sarwono, J. 2006. *Analisis Data Penelitian dengan SPSS*. Penerbit Andi: Yogyakarta.