

# TERJADINYA UNBALANCED FAN BLADE SEBAGAI SALAH SATU PENYEBAB VIBRASI PADA ENGINE CFM56-7B BOEING 737-900 ER PK-LGK

Dendi Kriswinantyo<sup>1</sup>, Herry Hartopo<sup>2</sup>  
Program Studi Motor Pesawat Fakultas Teknik  
Universitas Nurtanio Bandung

## ABSTRAKSI

Dalam dunia penerbangan, keamanan dan keselamatan penerbangan merupakan prioritas utama. Karena itu komponen dan perlengkapan pesawat harus dalam keadaan kondisi laik terbang, maka perlu dilakukan pemeliharaan. Pesawat terbang bukan merupakan barang yang murah, pesawat terbang tidak akan bermanfaat apabila tidak mampu beroperasi dengan baik.

Karena pesawat terbang mempunyai komponen dengan berbagai system yang rumit dan kompleks, maka pesawat kemungkinan memiliki permasalahan. Salah satu diantaranya adalah terjadinya *fan blade unbalance*. Jika *fan blade* pada pesawat *unbalance* maka akan terjadi vibrasi (*vibration*) pada *engine*. *Fan blade unbalance* terjadi pada saat sebelum dilakukannya start engine pada saat berada di *ground*, sensor yang berada di sekitar *engine* memberi sinyal ke *cockpit melalui EEC (Equipment Electronic Compant)* yang memberi peringatan pada saat baru dalam posisi on. Sehingga vibrasi yang akan ditimbulkan akan segera diatasi.

Di dalam mengatasi *fan blade unbalance* pada *engine CFM 56 -7B Boeing 737- 900 ER* ada beberapa metoda yaitu : *airborne vibration monitoring units (AVM)*, *metoda 3 shoot plot*, *metoda fan mapping*. Tetapi dari metoda tersebut yang sering digunakan adalah *metoda fan mapping*, karena metoda ini lebih sederhana dari metoda lain.

## Pendahuluan

*Engine CFM56-7B* adalah *engine Hi by pass dual rotor*, aliran aksial, turbofan teknologi canggih. Hal ini didukung oleh *wing pylon* dan *streamlined by cowlings*. Udara dihisap oleh *fan blade* melalui *intake* dan terbagi menjadi dua jalur aliran (*flow*), primer dan sekunder. *Primery airflow* melewati bagian dalam dari *fan blade* dan diarahkan melalui *booster (Low Pressure)*, jalur aliran kemudian memasuki kompresor tekanan tinggi (*High Pressure*) dan masuk ke ruang bakar dicampur dengan bahan bakar dan

dinyalakan, aliran gas menyediakan ekspansi energi ke turbin tekanan tinggi (*High Pressure*) dan turbin tekanan rendah (*Low Pressure*).

Sedangkan pada *secondary airflow* melewati bagian luar *fan blade*, kemudian melewati *outlet guide vanes (OGV)* dan keluar melalui saluran pembuangan *nacelle*, memproduksi sekitar 80 % dari total gaya dorong (*Thrust*), hal ini juga digunakan dalam sistem *thrust reverses*. Pada *power take-off statis, engine by-pass* rasionya adalah antara 5,5 : 1 dan 5,1 : 1, tergantung pada *engine model*, yang berarti bahwa aliran udara

sekunder (*secondary airflow*) mengambil antara 5 dan 6 kali lebih banyak udara dari aliran udara primer.

*Engine CFM56-7B* terdiri dari dua *rotating system* yang independen yaitu : sistem tekanan kecepatan rendah disebut *N1* dan sistem kecepatan tinggi yang disebut *N2*, pada rotor *engine* yang didukung oleh 5 *bearing*, diidentifikasi sebagai nomor 1 sampai 5, di mana no 1 adalah yang paling depan dan no 5 yang paling belakang. *Bearing* ini dilumasi dalam 2 *dry sump* yang disediakan oleh *fan* dan *turbine frames*. *Accessory drive system* menggunakan *energy* dari kompresor bertekanan tinggi (*High Pressure*) untuk menggerakkan rotor *engine* dan asesoris pesawat. Hal ini juga memainkan peran utama dalam proses pada starting *engine*. *Engine CFM56-7B* pada *Boeing 737-900 ER* ini di desain dengan *low cost* dalam perawatan, sehingga mempunyai sensor di tiap bagian-bagian untuk memonitor terjadinya kerusakan pada setiap bagian-bagiannya. Sehingga kita bisa mengatasi bila terjadinya vibrasi pada *engine* dengan cepat.

#### **Fan Unbalance**

*Fan blade unbalance* didefinisikan sebagai ketidakseimbangan *fan turbine engine* yang disebabkan oleh perbedaan gaya-gaya dan *stresses* yang bekerja pada tiap *fan blade*. Ketidakseimbangan gaya-gaya dan *stresses* ini menyebabkan terjadinya vibrasi tidak normal pada *engine* ketika *fan* tersebut berputar. Dan jenisnya, *fan blade unbalance* digolongkan ke

dalam *static unbalance*, *mass moment unbalance* dan *aerodynamic unbalance*.

#### **Vibrasi**

Vibrasi atau getaran yang terjadi pada turbine engine dapat disebabkan oleh adanya fan unbalance, baik dalam bentuk *static unbalance*, *massmoment unbalance*, maupun *aerodynamic unbalance*. Apabila masalah vibrasi tidak segera diatasi, maka dapat menimbulkan hal-hal yang tidak diinginkan, yaitu kerusakan pada *fan blade* itu sendiri yang antara lain memungkinkan *fan blade* patah karena *fatigue* (kelelahan) akibat adanya getaran secara *continue* (berlanjut). Selain itu juga dapat merusak komponen lain.

Vibrasi pada turbine engine ini juga menyebabkan suara putaran fan menjadi lebih bising, serta getaran pada pesawat yang secara fisiologis akan mengganggu ketenangan dan kenyamanan penerbangan, juga dapat berakibat yang mungkin terjadi terancamnya keamanan dan keselamatan penerbangan bahkan dapat berakibat fatal.

#### **Vibrasi pada fan**

Getaran atau vibrasi merupakan permasalahan yang sering terjadi pada unit pesawat terbang. Indikasi mengenai adanya vibrasi ini diketahui berdasarkan informasi data kerusakan yang diterima. Selanjutnya informasi ini perlu dianalisis lebih lanjut untuk mengidentifikasi sumber terjadinya vibrasi, faktor-faktor penyebabnya, serta langkah apa yang harus diambil dalam upaya perbaikan.

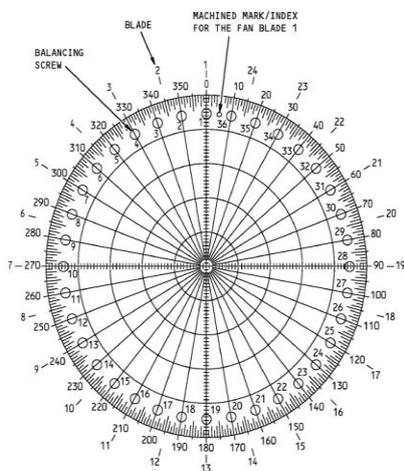
Untuk mengidentifikasi jenis vibrasi tersebut analisis dilakukan melalui tahap-tahap pemeriksaan antara lain sebagai berikut :

1. Pemeriksaan terhadap struktur
2. Pemeriksaan terhadap engine
3. Pemeriksaan terhadap fan

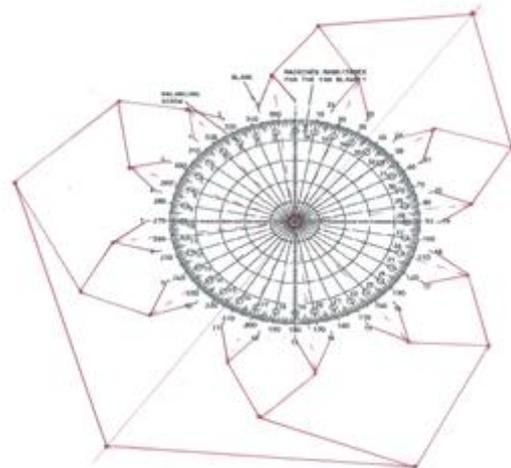
**Fan unbalance**

*Fan unbalance* merupakan salah satu penyebab terjadinya vibrasi. Untuk mengatasi *fan blade unbalance* pada *Boeing* dengan metoda *fan mapping*, karena metoda *fan mapping* adalah metoda yang paling mudah atau sederhana dibandingkan dengan metoda lain seperti metoda *avm (airborne vibration monitoring)* dan metoda *3 shoot plot*. Penggunaan metoda *fan mapping* ini dapat dilakukan dengan syarat bila lebih dari 3 unit dari *fan* yang mengalami *unbalance*.

Dan keuntungan dari metoda *fan mapping* ini selain lebih sederhana dari metoda lain, lebih cepat, dan lebih efisien dalam penggunaan *fuel* saat *test fan*.



Gambar 1 Polar Graph for The Trim Balance



dan digunakan untuk membalance sebagai berikut :

**BALANCE SCREW**

PO#	(**)	TOTAL LENGTH IN.	MM	WEIGHT GRAMS	M.W.* GR-CM
P07	(P14)	0.8	20.3	6.6	0.0
P01	(P08)	1.3	33.0	10.0	65.0
P02	(P09)	1.8	45.7	13.4	125.7
P03	(P10)	2.3	58.4	16.8	183.8
P04	(P11)	2.8	71.1	20.2	237.5
P05	(P12)	3.3	83.8	23.6	280.1
P06	(P13)	3.8	96.5	27.4	318.8

\* MOMENT WEIGHT RESULT (THE MOMENT WEIGHT OF EACH SCREW MINUS THE MOMENT WEIGHT OF SCREW P07)

\*\* EQUIVALENT BALANCE SCREW

P07 = INITIAL BALANCE SCREW

Gambar 3 Balance Screw Specification

**Kesimpulan**

Dalam mengatasi engine vibrasi membutuhkan ketelitian, kemampuan dan jam terbang tinggi, apabila engine vibrasi tidak segera diatasi maka akan berdampak fatal dan tentunya *maintenance cost* yang dikeluarkan akan tinggi, sedangkan *engine CFM56-7B* ini pada *Boeing 737-900 ER* di desain dengan *low cost maintenance*. Sehingga untuk mengatasi *engine* vibrasi

dibutuhkan cara yang paling cepat untuk mengefisien waktu dan *cost maintenance*

Setelah membandingkan metoda yang ada untuk mengatasi vibrasi pada *engine CFM 56 - 7B Boeing 737- 900 ER* yang disebabkan *unbalance* pada *fan blade*, cara termudah untuk mengatasi masalah tersebut dengan menggunakan metoda *mapping* untuk mengefisien waktu.

### **Saran**

Untuk kedepanya bila ditemukan *engine* vibrasi sebaiknya, teknisi pesawat segera mengatasi secara cepat dan tepat agar *cost maintenance* bisa dapat diminimalisir tanpa mengurangi *performance engine* itu sendiri dan tetap mengutamakan keselamatan bagi seluruh awak pesawat.

### **DAFTAR PUSTAKA**

1. Company, The Boeing. *Aircraft Maintenance Manual*. Seattle Washington.
2. *Technical Training CFM56-7B General Familiarization*
3. Training Manual 3 *Shot Plot*