

Analisa Penyebab Vibrasi Pada Engine Pesawat BOEING 737 - 800 NG

Jauhari Ali¹, Ngadirin², dan Alif Putra Qaullika Erytchandra^{2*}

¹Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. Dr. G.A Siwabessy, Kampus Baru UI Depok 16425.

²Program Studi Teknik Mesin Konsentrasi Perawatan Rangka dan Mesin Pesawat, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. Dr. G.A Siwabessy, Kampus Baru UI Depok 16425.

Abstrak

Sepertinya halnya engine CFM56-7, turbine gas memiliki rotasi fan-blade yang sangat tinggi sehingga mampu menimbulkan Thrust pada pesawat, namun semakin tinggi nya putaran yang di hasilkan maka resiko vibrasi pun semakin besar. Terjadinya vibrasi pada mesin pesawat adalah hal yang wajar namun tetap ada batas toleransi vibrasi yang terjadi pada mesin pesawat. Vibrasi pada mesin pesawat yang sudah pasti akan terjadi tidak bias dihindarkan namun bisa ditanganin sesuai prosedur yang tersedia di manual, ketika pesawat sedang cruising atau sedang mengudara. CDU atau Control Display Unit akan memberikan value terbesar antara core dan fan sehingga ketika sampai di ground, CDU akan mengirimkan value vibrasi yang sebelumnya terjadi kepada ETM (Engine Trend Monitoring). Data yang tersimpan oleh ETM dari pesawat yang melakukan cruising agar semua kegiatan engine terpantau oleh teknisi dilapangan. Data yang dikumpulkan ini digunakan untuk menjadi parameter apakah perlu dilakukannya preventive maintenance atau tidaknya. Setelah di ground, Trim balancing sangat berpengaruh terhadap vibrasi mesin pesawat sehingga trim balancing dapat mengurangi vibrasi pada mesin pesawat, namun trim balancing hanya bertujuan untuk mengurangi bukan menghentikan hi vibration sehingga dilakukan lubrication untuk penanganan lebih lanjut agar vibrasi yang terjadi berkurang.

Kata-kata kunci: high vibration, prosedur maintenance, engine trend monitoring, preventive maintenance

Abstract

It looks like the CFM56-7 engine, the turbine gas has a very high fan-blade rotation so that it can cause a thrust on the plane, but the higher the rotation it produces, the greater the risk of vibration. The occurrence of vibrations on aircraft engines is a natural thing but there is still a vibration tolerance limit that occurs on aircraft engines. Vibration on a plane engine that is certain to occur is unavoidable but can be handled according to the procedure available in the manual, when the aircraft is cruising or on air. The CDU or Control Display Unit will provide the greatest value between the core and fan so that when it arrives on the ground, CDU will send the previous value vibration to the ETM (Engine Trend Monitoring). Data stored by the ETM from the aircraft carrying out cruising so that all engine activities are monitored by technicians in the field. The data collected is used to be a parameter whether it is necessary to preventive maintenance or not. After being grounded, Trim balancing is very influential on aircraft engine vibrations so trim balancing can reduce vibrations in aircraft engines, but trim balancing only aims to reduce rather than stop hi vibration so that lubrication is carried out for further handling so that the vibrations that occur are reduced.

Keywords: : high vibration, maintenance procedures, engine trend monitoring, preventive maintenance

* Corresponding author E-mail address: alip.qaullika@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Boeing 737 Next Generation, biasanya disingkat 737NG, [4] atau 737 Next Gen, adalah seri -600 / -700 / -800 / -900 dari pesawat Boeing 737. Ini adalah generasi ketiga yang berasal dari 737, dan mengikuti seri 737 Classic (-300 / -400 / -500), yang mulai diproduksi pada tahun delapan puluhan. Ini adalah pesawat short- to medium-range yang ditenagai oleh dua mesin. Diproduksi sejak 1996 oleh Boeing Commercial Airplanes, seri 737NG mencakup empat varian dan dapat menampung antara 110 dan 210 penumpang. Dan pesawat ini dilengkapi dengan mesin seri CFM56-7

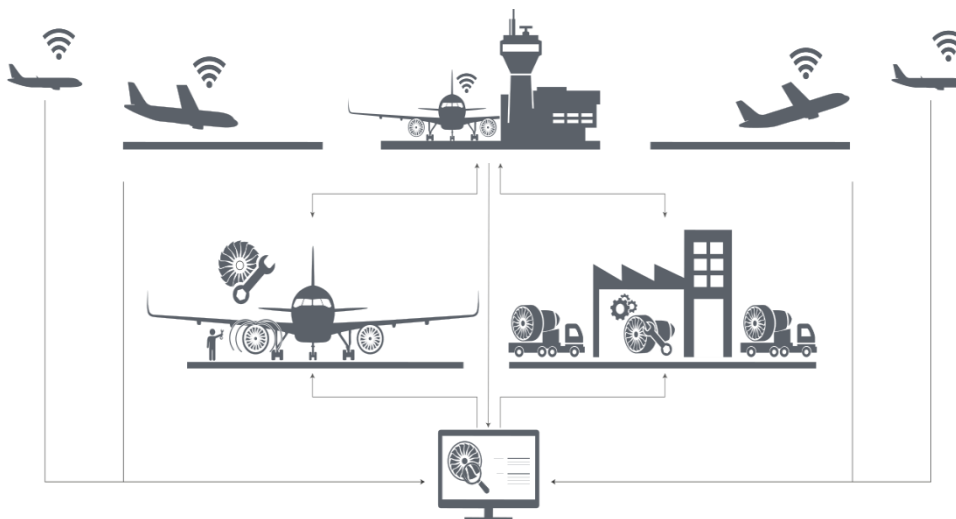
Turbin gas itu adalah sebuah mesin berputar yang mengambil energi dari arus gas pembakaran. Dia memiliki kompresor naik ke-atas dipasangkan dengan turbin turun ke-bawah, dan sebuah bilik pembakaran di-tengahnya. Sepertinya halnya engine CFM56-7, turbine gas memiliki rotasi fan-blade yang sangat tinggi sehingga mampu menimbulkan Thrust pada pesawat, namun semakin tinggi nya putaran yang di hasilkan maka resiko vibrasi pun semakin besar.

Terjadinya vibrasi pada mesin pesawat adalah hal yang wajar namun tetap ada batas toleransi vibrasi yang terjadi pada mesin pesawat. Ada beberapa factor yang bias menjadi penyebab utama terjadinya *hing vibration* pada *engine* pesawat seperti :

- Efektivitas Relubrikasi yang menurun
- *Broken shim*
- *Platform tear off*
- Atau FOD (foreign object damage)

Vibrasi pada mesin pesawat yang sudah pasti akan terjadi tidak bisa dihindarkan namun bias ditanganin sesuai prosedur yang tersedia di manual, ketika pesawat sedang *cruising* atau sedang mengudara, CDU atau *Control Display Unit* akan memberikan value terbesar antara *core* dan *fan* sehingga ketika sampai di ground, CDU akan mengirimkan *value* vinrasi yang sebelumnya terjadi kepada ETM (*Engine Trend Monitoring*).

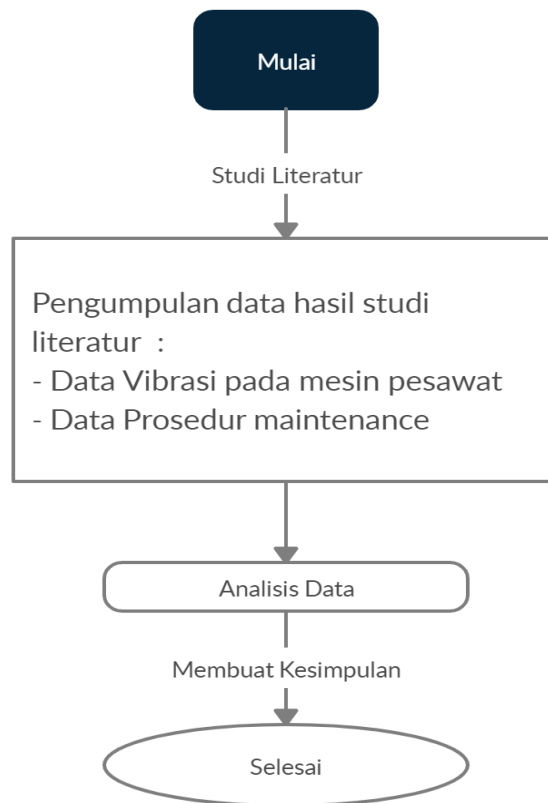
Data yang tersimpan oleh ETM dari pesawat yang melakukan *take off* dan *landing* agar semua kegiatan engine terpantau oleh teknisi dilapangan. Data yang dikumpulkan ini digunakan untuk menjadi parameter apakah perlu dilakukannya *preventive maintenance* atau tidaknya. Setelah di ground, kru pesawat melakukan *BITE AVM* (*Built-in Test Equipment Airborne Vibration Monitor*) di *EE Compartment* untuk mengetahui sumber vibrasinya.



Gambar 1 CDU mengirimkan data ketika mengudara dan ketika di ground sehingga semua terpantau lewat ETM

2. TUJUAN

- Mengetahui kebutuhan pesawat apakah harus dilakukan *Preventive Maintenance* atau tidaknya dengan memantau kinerja mesin pesawat lewat *ETM*
- Mengetahui procedure ketika terjadinya vibrasi baik di *ground* maupun ketika sedang *cruising*



Gambar 2 Diagram Metologi Penelitian

Pada saat memulai studi literatur akan dilakukan observasi pada object lewat visual di lapangan, pesawat akan di inspeksi untuk mencari tau penyebab terjadinya vibrasi, lalu observasi dilanjutkan dengan memantau kondisi mesin pesawat lewat ETM, dengan melakukan studi literatur, data dapat dikumpulkan untuk dilakukan analisa. Setelah melakukan observasi pada saat studi literatur di lapangan, dilanjutkan dengan pengumpulan data:

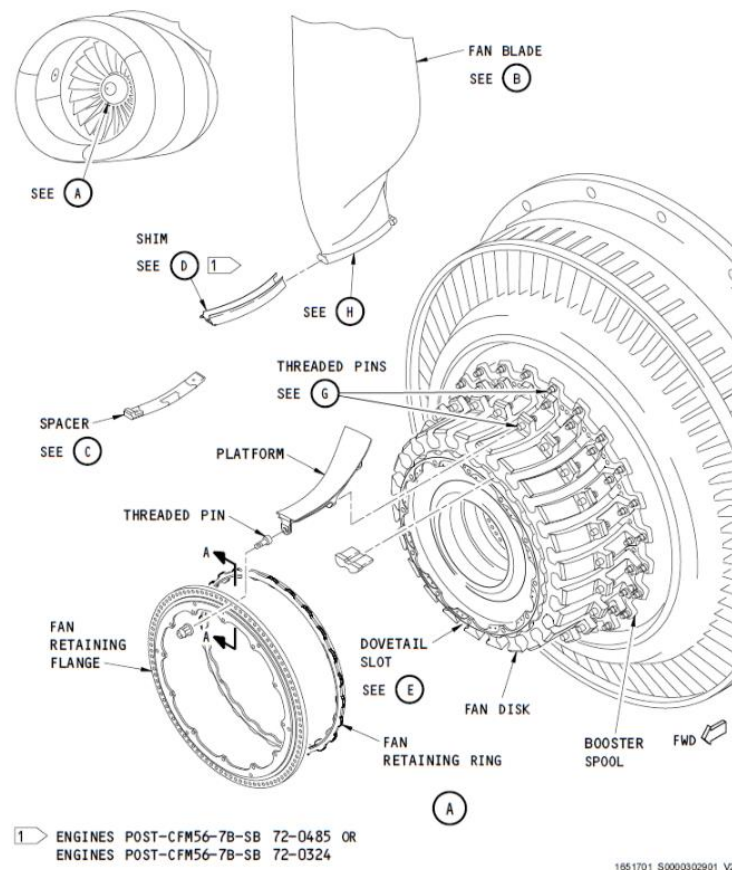
- Data vibrasi pesawat berupa Data ETM pesawat Boeing 737 NG ketika melakukan *Cruising* Data prosedur maintenance berupa :
- FIM (Fault Isolation Manual)
- AMM (Aircraft Maintenance Manual)

Setelah selesai melakukan pengumpulan data, dilanjutkan dengan menganalisa data tersebut agar dicapai suatu kesimpulan dimana penyebab terjadinya *High Engine Vibration* pada Boeing 737 NG

3. ANALISIS VIBRASI

Observasi Fisik

Prosedure pertama ketika pesawat mengalami Vibrasi tinggi di engine adalah dengan mengikuti referensi FIM 72-05 task 803, mencari lokasi penyebab vibrasi ada dimana, gunakan kekuatan tangan untuk memutar *fan rotor blade* untuk mengetahui kekasaran pada *bearing*, adanya suara yang tidak biasa pada saat diputar, dan tersangkut ketika mesin di putar



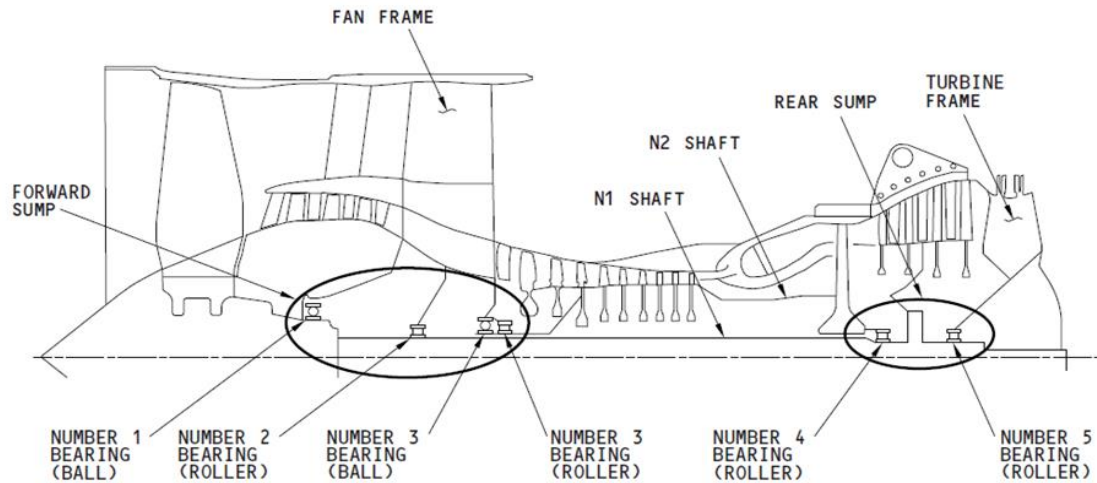
Fan Rotor Blade and Fan Disk Lubrication
Figure 201/72-21-00-990-803-F00 (Sheet 1 of 4)

Gambar 3 Bagian - bagian komponen Fan blade yang harus di lubrikasi

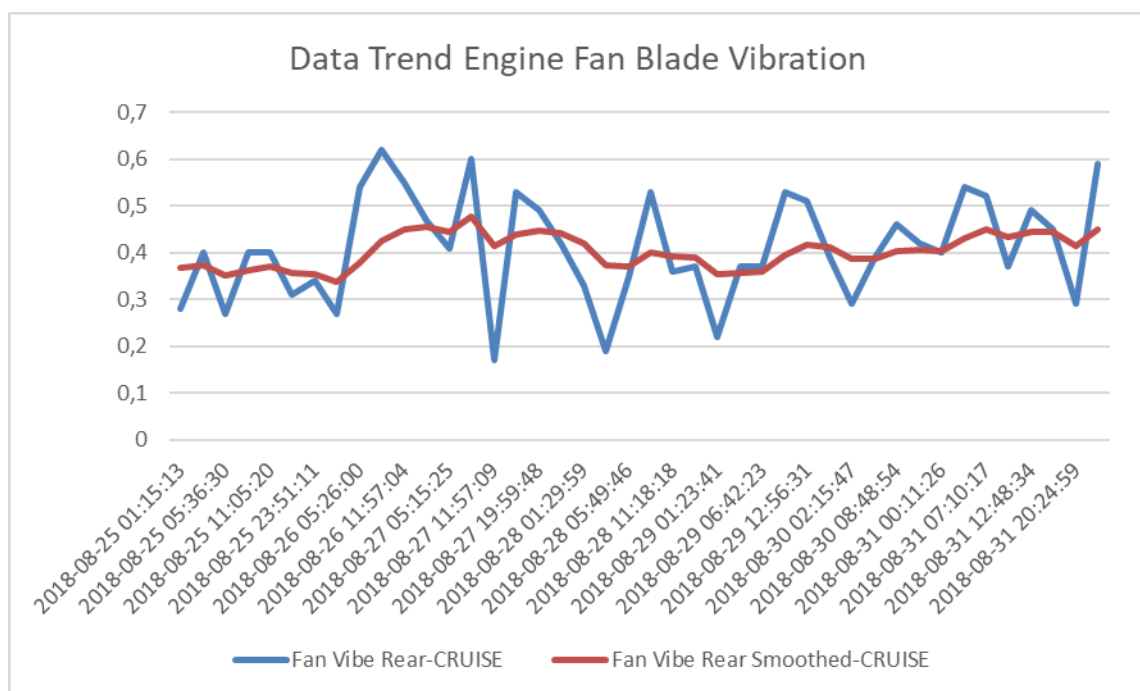
Ikuti FIM 71-07 task 803, tentukan vibrasi terjadi dimana : *fan* atau *core*. Setelah menentukan dimana penyebabnya, ambil keputusan apakah kerusakan di indikasi ataukah kondisi fisik, untuk kerusakan indikasi mungkin pesawat mengalami kerusakan di bagian *FFCC (Fan Frame Compressor Case)*, *No. 1 Bearing Vibration Sensor*, *N1 Speed Sensor*, dan *AVM*. Vibrasi karena kerusakan fisik di *fan* bisa di perbaiki dengan *trim balancing* atau *lubrication* bila vibrasi tidak berkurang.

OBSERVASI DATA TREND

Pada observasi ini, engine akan dipantau melalui *ETM (Engine Trend Monitoring)* yang dikirimkan oleh pesawat yang bersangkutan ketika sedang melakukan *Cruising*, data yang diambil adalah data dari pemantauan engine pesawat selama tiga minggu. Data berisikan vibrasi yang terjadi pada *Fan rotor Blade engine* pesawat.



Gambar 4 Lubrikasi yang dilakukan untuk melumasi bearing 1 sampai dengan bearing 5



Gambar 5 Hasil Pemantauan Engine Pesawat menggunakan ETM

Tabel 6 Detail Data Trend dalam bentuk table (pembatasan limitasi 0.1 – 0.399)

Waktu Terbang	Fan Vibe Rear-CRUISE (IPS)	Fan Vibe Rear Smoothed-CRUISE (IPS)	Preventive maintenance
25/08/2018 01:15	0,28	0,3668	Dalam Pengawasan
25/08/2018 03:41	0,4	0,3734	
25/08/2018 05:36	0,27	0,352718664	
25/08/2018 08:25	0,4	0,3622	
25/08/2018 11:05	0,4	0,3698	
25/08/2018 13:27	0,31	0,3578	
25/08/2018 23:51	0,34	0,3543	
26/08/2018 03:03	0,27	0,3374	Dalam Pengawasan
26/08/2018 05:26	0,54	0,378	
26/08/2018 10:07	0,62	0,4263	
26/08/2018 11:57	0,55	0,451	
27/08/2018 02:04	0,47	0,4548	Dilakukan inspeksi dan <i>trim balancing</i>
27/08/2018 05:15	0,41	0,4458	
27/08/2018 08:34	0,6	0,4766	
27/08/2018 11:57	0,17	0,4153	
27/08/2018 18:10	0,53	0,4382	
27/08/2018 19:59	0,49	0,4486	
28/08/2018 00:25	0,42	0,4429	Dalam Pengawasan
28/08/2018 01:29	0,33	0,4203	
28/08/2018 03:57	0,19	0,3743	
28/08/2018 05:49	0,35	0,369465022	
28/08/2018 08:37	0,53	0,4016	
28/08/2018 11:18	0,36	0,3932	
28/08/2018 23:16	0,37	0,3886	
29/08/2018 01:23	0,22	0,354806854	Dalam pengawasan dan dilakukan <i>trim balancing</i>
29/08/2018 05:39	0,37	0,357835917	
29/08/2018 06:42	0,37	0,3603	
29/08/2018 10:53	0,53	0,394187865	
29/08/2018 12:56	0,51	0,4174	
29/08/2018 23:43	0,39	0,411968037	
30/08/2018 02:15	0,29	0,387600595	Dilakukan inspeksi dan <i>trim balancing</i>
30/08/2018 05:58	0,39	0,3881	
30/08/2018 08:48	0,46	0,402553006	
30/08/2018 12:38	0,42	0,406	
31/08/2018 00:11	0,4	0,4049	Dilakukan inspeksi dan <i>Lubrication</i>
31/08/2018 04:16	0,54	0,432	
31/08/2018 07:10	0,52	0,4497	
31/08/2018 10:51	0,37	0,4337	
31/08/2018 12:48	0,49	0,4449	
31/08/2018 18:51	0,45	0,4458	
31/08/2018 20:24	0,29	0,4146	
31/08/2018 23:48	0,59	0,4497	
01/09/2018 08:20	0,33	0,3878	

01/09/2018 11:26	0,37	0,384282431	Dalam pengawasan
01/09/2018 15:19	0,39	0,3854	
01/09/2018 23:12	0,3995	0,3884	

ETM memonitor data vibrasi dengan cara mengirimkan satu data sample cruising pada setiap penerbangannya, data ini dikumpulkan dan disusun menjadi grafik parameter untuk diidentifikasi apakah perlu preventive maintenance atau tidaknya *engine*. *Fan Vibe Rear-CRUISE* ada data vibrasi engine pesawat dengan satuan IPS (*Inch Per Second*) dimana data ini ada data engine pesawat ketika sedang *Cruising*, pada data *Fan Vibe Rear Smoothed-CRUISE* adalah data *engine* pesawat yang diperhalus dengan menggunakan *Moving Average*.

Pada table menunjukan warna merah memiliki tingkat vibrasi yang tinggi dan masih memiliki toleransi mendekati *Moving average* yang di tunjukkan di data *Fan Vibe Rear Smoothed-CRUISE*, namun ketika data antara *Fan Vibe Rear-CRUISE* dan *Fan Vibe Rear Smoothed-CRUISE* keduanya merah, maka akan dilakukan *preventive maintenance* sesuai prosedurnya.

Akan dilakukan prosedur sesuai keadaan yang teramati oleh teknisi lewat trend, pada tanggal 25 keadaan *engine* pesawat masih dalam toleransi sehingga akan hanya diawasi lewat *data sample* yang di kumpulkan dari pesawat yang bersangkutan pada saat *cruising*, tanggal 26 pesawat masih dalam pengawasan namun vibrasi yang terjadi pada *engine* di bagian *fan rotor blade* melewati batas normal sehingga pesawat akan dilakukan tindakan inspeksi pada tanggal 27 dan dilakukan *trim balancing* untuk mengurangi vibrasi yang dialami oleh *engine*.

Pada tanggal 28 *engine* masih dalam keadaan normal dan mengalami *Hi Vibration* pada pukul 10:53 dan 12:56, maka akan dilakukan inspeksi dan *trim balancing* ketika sudah sampai di *ground* nanti, pada tanggal 29 *engine* dalam keadaan normal namun kembali mengalami *engine Hi vibration* pada pukul 08:48 dan 12:38, akan dilakukan tindakan inspeksi dan *trim balancing* ketika di *ground* nantinya. Pada tanggal 31 *engine* mengalami *Hi vibration* kembali sehingga akan dilakukan inspeksi dan *lubrication*. Vibrasi pesawat kembali menurun setelah melakukan *lubrication* dan kembali dalam pengawasan.

4. KESIMPULAN

Trim balancing sangat berpengaruh terhadap vibrasi mesin pesawat sehingga *trim balancing* dapat mengurangi vibrasi pada mesin pesawat, namun *trim balancing* hanya bertujuan untuk mengurangi bukan menghentikan *hi vibration* sehingga dilakukan *lubrication* untuk penanganan lebih lanjut agar vibrasi yang terjadi berkurang. Terlihat pada data di tanggal 27 dan 29 *trim balancing* dapat mengurangi vibrasi pada *engine* namun di tanggal 30 vibrasi tetap tinggi pada pukul 08:48 dan 12:38 walaupun sudah dilakukan *trim balancing* sehingga dilakukan *lubrication* di tanggal 31.

Engine trend monitoring dapat melakukan monitoring pada *engine* pesawat sehingga preventive maintenance dapat dilakukan apa tidaknya sesuai keadaan pesawat melalui pengawasan data vibrasi pada mesin pesawatnya. Bias disimpulkan bahwa dari hasil data ETM, penyebab vibrasi dapat dikurangi dengan *trim balancing* namun semakin bertambah seiring waktu sehingga dilakukan *lubrication*. Penyebab utama dapat di asumsikan karena berkurangnya efektifitas pada lubrikasi sehingga *lubrication* adalah solusi yang tepat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada PT GMF Aeorasia atas dukungan referensi pada penelitian ini dan kepada Bapak Bapak Anugrah Fajar Iqbal, Bapak Purwoko atas bimbingan serta dukungannya yang bermanfaat.

REFERENSI

1. AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL BOEING 737 – 600/700/800/900 NG
2. FAULT ISOLATION MANUAL BOEING 737 – 600/700/800/900 NG
3. Aero Engine Vibration Measurement, Analysis and Trend Monitoring Wilbur George Fernandes, Vinay C. A and Priyadarshini.L
4. <http://www.inacomm2015.ammindia.org/img/74.pdf>
5. <https://www.litudetech.com/solutions/engine-trend-monitoring/>
6. <https://aeroreport.de/en/innovation/better-maintenance-planning-with-engine-trend-monitoring>