

STUDI KASUS GETARAN PADA MESIN CFM56-7B (PESAWAT B737-800/900 ER) DAN CARA MENGATASINYA

Firman Pemandu, Ir. Muhammad Andi Nova , S.T., M.sc, Mohamad Alif Dzulfikar, S.T.,M.T

Politeknik Negeri Batam
Program Studi Teknik Mesin
Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam29461, Indonesia
E-mail: Firmanpemandu@gmail.com

ABSTRAK

Boeing 737-800/900 ER merupakan pesawat yang menggunakan tipe engine CFM56-7B untuk penghasil tenaga dorongnya. Pada saat melakukan proses *maintenance* ditemukan permasalahan getaran yang berlebih pada engine CFM56-7B. Terjadinya getaran berlebih pada *engine* ini, diketahui dari *Engine Airborne Vibration Monitoring (AVM)*, yang mana adanya getaran yang sudah melewati limitasinya sebesar 2.0 *Cockpit Units* yaitu 2.31 *Cockpit Units*. Akibat yang ditimbulkan dari getaran yang berlebih adalah rusaknya komponen lain pada *engine* yang dapat menyebabkan kerusakan fatal saat *engine* beroperasi, yang akan mengakibatkan *Engine inflight shut down*. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi faktor terjadinya getaran berlebih, serta mampu menentukan metode yang efektif dalam melakukan *troubleshooting*. Metode penelitian yang dilakukan adalah pengumpulan data dan melakukan observasi langsung saat proses *troubleshoot* dengan cara melakukan *inspection area Fan major module* pada bagian *fan blade* dan *fan blade platform* dengan cara *removal, cleaning, inspection, installation* Setelah melakukan *inspection* pada *area fan major module* ditemukan ada *fan blade platform* yang hilang pada bagian *lip seals* yang signifikan, menemukan missing lip seal maka dengan itu Fan blade platform tersebut diganti dengan *New Fanblade Platform*. Setelah melakukan penggantian *Fan blade platform and Testing* kondisi getaran pada engine kembali normal.

Kata Kunci : Perawatan Mesin, Pemulihan Getaran, Indikasi

ABSTRACT

Boeing 737-800/900 ER is an aircraft that uses the CFM56-7B engine type to produce thrust. During the maintenance process, the problem of excessive vibration was found in the CFM56-7B engine. The occurrence of excessive vibration on this engine was known from the Engine Indicating and Airborne Vibration Monitoring (AVM), where vibration had exceeded its limit of 2.0 Cockpit Units, namely 2.31 Cockpit Units. The consequence of excessive vibration is damage to other components of the engine which can cause fatal damage when the engine is operating. Which will cause the engine inflight to shut down. This study aims to identify the factors that cause excessive vibration, and to be able to determine an effective method for troubleshooting. The research method used is data collection and direct observation during the by inspecting the fan major module area on the fan blade and fan blade platform by means of removal, cleaning, inspection, installation. After carrying out an inspection on the fan major module area, it was found that the fan blade platform was missing on significant lip seals, found the missing lip seal, then the Fan blade platform is replaced with the New Fanblade Platform. After replacing the fan blade platform and testing, the engine vibration condition returned to normal.

Keywords : Engine Maintenance, Vibration Recovery, Indication

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Engine CFM56-7B adalah salah satu jenis *turbofan engine* yang digunakan pada pesawat Boeing B737-800/900 ER. Pada *engine* CFM56-7B terdiri dari 4 bagian penting, yaitu : *Fan Major Module*, *Core Major Module*, *High Pressure Turbine Major Module* dan *Low Pressure Turbine Major Module*. Ketika melakukan dokumentasi pada unit *Engine Maintenance-Line Maintenance (EM-LM)* yang merupakan salah satu divisi dari perusahaan *Batam Aero Technic (BAT)*, ditemukan suatu permasalahan pada *engine* CFM56-7B yaitu terjadi kasus getaran berlebih pada area *fan major module*, yang mana bagian dari N1 shaft yang terdiri dari area *Fan* dan *Low Pressure Turbine (LPT)*. Dari permasalahan di atas maka penulis tertarik untuk mengambil studi kasus getaran yang terjadi pada beberapa pesawat dari bulan Januari 2024 Sampai dengan bulan Juni 2024 yang mana terdapat 13 kasus dari pesawat yang di miliki maskapai *PT. Lion Mentari Airlines* dengan tipe B737-800/900ER, total ada 97 pesawat yang di milik *PT. Lion Mentari Airlines* dan juga melakukan upaya cara mengatasi beserta penanggulangannya dikarenakan kejadian getaran berlebih adalah bagian hal yang sering terjadi pada tipe *engine* tersebut. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk memahami terjadinya getaran pada *engine*, mampu mengidentifikasi faktor terjadinya getaran, serta mampu menentukan metode yang efektif dalam mengatasi untuk melakukan langkah *troubleshooting*. Batasan masalah berfokus pada bahasan yang diangkat yaitu mencari sebab terjadinya getaran (*vibration*) pada *engine* di pesawat B737-800/900 ER dengan menggunakan data yang terekam oleh *trend monitoring alarm* pada *myCFM portal*, dan dari sistem elektronik *Airborn Vibration Monitoring (AVM)*, serta metode yang dilakukan dalam proses langkah untuk menentukan *troubleshooting*. tidak membahas lebih mendalam mengenai *schematic* sistem dan sistem lainnya dari masalah getaran pada *engine* CFM56-7B. Getaran adalah gerakan bolak-balik dalam suatu interval waktu tertentu. Getaran berhubungan dengan gerak osilasi benda dan gaya yang berhubungan dengan gerak tersebut, semua benda yang mempunyai massa dan elastisitas mampu bergetar dan setiap *engine* dirancang pada prinsipnya tidak menimbulkan getaran yang berlebih, karena seluruh energi yang dihasilkan diubah menjadi tenaga kerja (*thrust*). Getaran timbul akibat gaya melalui komponen-komponen *engine* yang ada, dimana elemen-elemen tersebut saling bereaksi satu sama lain. Kerusakan atau keausan serta deformasi akan mengubah karakteristik dinamik sistem dan cenderung meningkatkan energi getaran. Jadi kebanyakan *engine* mengalami getaran sampai derajat tertentu jika mengalami adanya faktor-faktor kerusakan pada ke 4 bagian penting pada *engine* yaitu *Fan Major Module*, *Core Major Module*, *High Pressure Turbine Major Module* dan *Low Pressure Turbine Major Module*.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada Bab ini berisikan waktu dan tempat penelitian, teknik dalam pengumpulan data, menentukan jenis data yang diperoleh serta metode yang dilakukan dalam penelitian getaran pada *engine* khususnya ketika terjadi getaran, berikut penjelasannya:

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Januari sampai dengan bulan Juni 2024 di *Bandara Internasional Soekarno-Hatta, Tangerang Banten* di perusahaan milik *PT. Lion Mentari Airlines*, yang terjadi pada beberapa pesawat tipe B737-800/900 ER dengan tipe *engine* CFM56-7B.

2.2 Teknik Pengumpulan Data

Dalam mengumpulkan berbagai data yang diperlukan, penulis melakukan penelitian agar dapat berjalan secara maksimal. Pengumpulan data diambil dari Januari sampai Juni 2024. Berikut ini merupakan teknik yang akan digunakan dalam mengumpulkan data yang diperlukan yaitu :

1. Studi Dokumenter/ Literatur

Penulis mengambil sumber getaran berlebih dari yang terekam oleh trend monitoring alarm pada *myCFM portal* dan dari elektronik *Airborne Vibration Monitoring (AVM)*.

2. Observasi

Melakukan pengamatan langsung terhadap pesawat yang *engine* nya mengalami getaran berlebih.

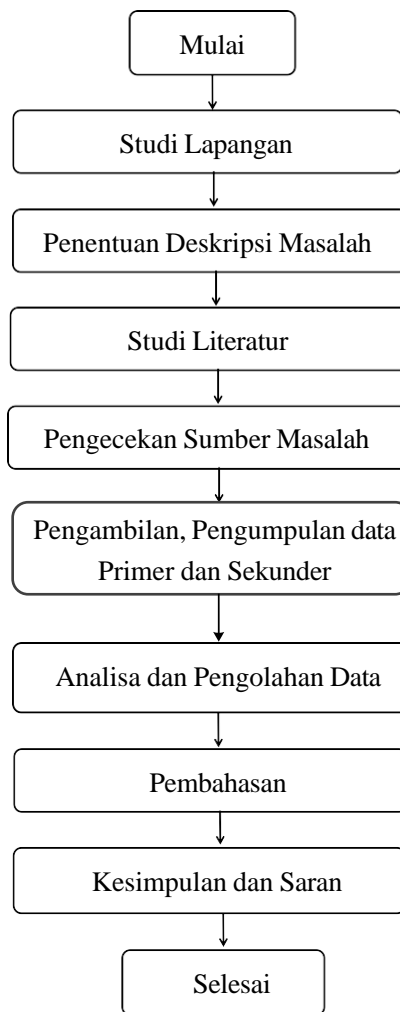
Kemudian dari kedua teknik pengumpulan data di atas, penulis mampu memperoleh data berupa :

1. Data Primer yaitu data yang diperoleh langsung dari sumber dalam hal ini beberapa pesawat milik *PT. Lion Mentari Airlines*.
2. Data Sekunder yaitu data pelengkap yang diperoleh dari *historical* atau sejarah masalah yang Terekam di sistem elektronik *Airborne Vibration Monitoring (AVM)*.

2.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah dimulai dengan menentukan topik terjadi nya getaran dari kejadian sebenarnya pada *engine* CFM56-7B . Selanjutnya mempelajari literatur yang berhubungan dengan masalah yang akan diangkat sesuai dengan petunjuk dari data yang terekam oleh *trend monitoring alarm* pada *myCFM portal* dan sistem elektronik *Airborne Vibration Monitoring (AVM)*.

Kemudian data yang didapatkan dari data *primer* dan *sekunder* tersebut dapat dilihat besarnya getaran yang terjadi. Jika besarnya getaran melebihi limitasi sesuai yang ditetapkan oleh *Safety, Security & Quality Directorate (SSQD)*, yaitu diatas 2.0 *Cockpit Units* maka perlu dilakukan pengecekan dan perbaikan serta mengambil gambar dari part yang dianalisa sebagai penyebab permasalahan utama yang menimbulkan gejala getaran sesuai penelitian yang diambil. Dan kemudian data yang didapatkan adalah yang berisi perbaikan dan registrasi pesawat yang dilakukan perbaikan. Selanjutnya kesimpulan berisi tentang penyebab utama masalah getaran yang berlebih pada *engine* CFM56-7B.



Gambar. 1 Alur Diagram Penyusunan Tugas Akhir

Penulis memulai dengan melakukan studi lapangan yang berlokasi di *Bandara Internasional Soekarno-Hatta*, terkait dengan adanya kasus getaran berlebih pada engine. Dari kasus yang ditemukan selanjutnya dilakukan penentuan deskripsi masalah untuk menindaklanjuti masalah yang muncul. Dengan melakukan teknik studi literatur dan observasi secara langsung untuk pengumpulan data terkait getaran berlebih yang terjadi pada beberapa engine. Maka diperoleh data *Primer* melalui *trend monitoring alarm* pada *myCFM portal* dan data *Sekunder* dari *Airborne Vibration Monitoring (AVM)*.

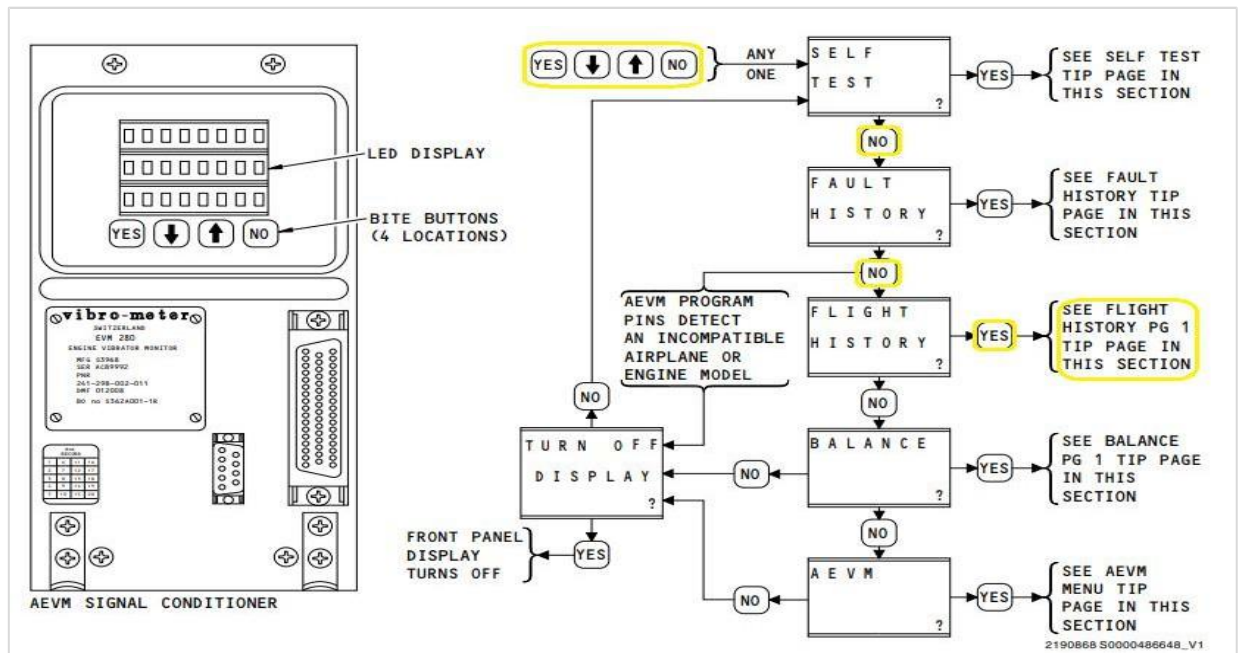
Pengecekan Sumber Getaran

Kejadian getaran berlebih pada engine dengan nilai ≥ 1.1 *Cockpit Unit* maka akan masuk kedalam *trend monitoring alarm* pada *myCFM portal* yang berbentuk *Customer Notification Report (CNR)*. Maka kemudian dari *CNR* tersebut dapat di jadikan rujukan untuk mengawali proses perlakuan penanganan permasalahan yang dilaporkan. dalam pengecekan sumber getaran yang terjadi pada engine maka dilakukan *Built-In Test Equipment (BITE)* tes pada elektronik *Airborn Vibration Monitoring (AVM)* untuk mendapatkan data getaran yang aktual.

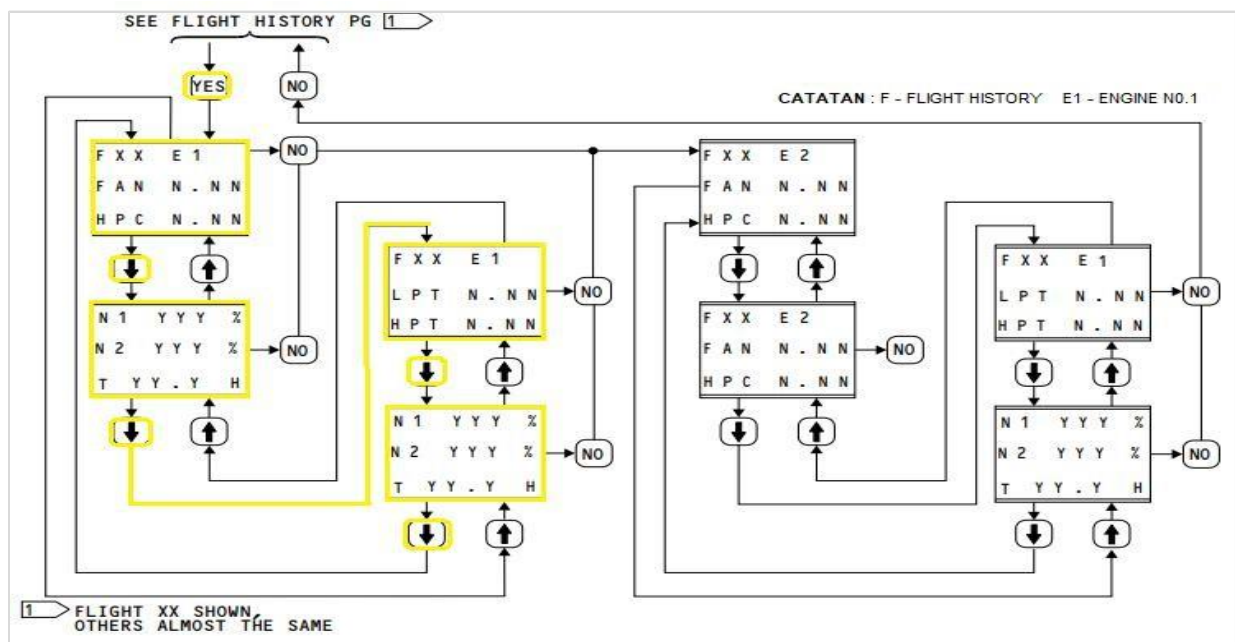
Pengambilan Data

Dengan melakukan teknik studi literatur dan observasi secara langsung untuk pengumpulan data terkait getaran berlebih yang terjadi pada beberapa *engine*. Maka diperoleh data primer dari *myCFM portal* dan data sekunder dari *Airborne Vibration Monitoring (AVM)*. data tersebut dianalisis untuk mengetahui bagian area manakah yang sangat memungkinkan menyebabkan terjadinya getaran berlebih pada *engine*. Analisa dilakukan dengan dibantu data pendukung dari rujukan *Customer Notification Report (CNR)*.

Kemudian untuk mendapatkan data sekunder melalui *Airborne Vibration Monitoring (AVM)* maka diperlukan *Built-In Test Equipment (BITE)* tes dengan cara menekan tombol yang tersedia pada elektronik *Airborne Vibration Monitoring (AVM)* yaitu (YES) (NO) (↓) dan (↑).



Gambar 2. Langkah-langkah melakukan Built-In test Equipment (BITE) Flight History Page.1



Gambar 3. Langkah-langkah melakukan Built-In test Equipment (BITE) Lanjutan Page.1

Dari rangkaian seluruh kegiatan yang dikumpulkan penulis dapat menyimpulkan komponen mana saja yang sering terjadi kerusakan, dan cara yang efektif untuk melakukan *troubleshoot* karena sudah memahami gejala getaran yang berlebih pada engine dengan baik. Kemudian dirangkum dalam sebuah laporan tugas akhir yang tidak terlepas dari bimbingan serta saran untuk menyelesaikan pembahasan tugas akhir ini.

3. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Pembahasan dalam laporan tugas akhir ini yaitu membahas dan mencari solusi termasuk memahami bagaimana cara kerja *Airborne Vibration Monitoring (AVM)* dan sensor-sensor getaran saat mengalami gejala getaran berlebih serta memahami yang terjadi apabila engine mengalami masalah getaran berlebih dan bagaimana cara mengatasinya. Hal tersebut merupakan suatu upaya dalam menjaga kondisi engine pada pesawat agar tetap dalam keadaan *safe for operation* atau aman untuk beroperasi.

3.1 Cara Kerja *Airborne Vibration Monitoring (AVM)* dan Sensor-sensor Getaran saat Mengalami Gejala Getaran Berlebih

Airborne vibration monitoring (AVM) signal menghitung dan memonitor level getaran yang terjadi pada setiap engine. *Display electronic unit (DEU)* dan *flight Data Acquisition Unit (FDAU)* menerima informasi dari AVM, Kemudian AVM menerima signal inputan *analog* dari sensor-sensor yang ada pada engine, yaitu sebagai berikut *N1 speed sensor, N2 speed sensor, Number 1 bearing vibration sensor, Fan frame compressor case vertical vibration (FFCCV) sensor*. Apabila engine mengalami getaran yang berlebih maka sensor-sensor akan memberikan informasi kepada *Airborne Vibration Monitoring (AVM)*.

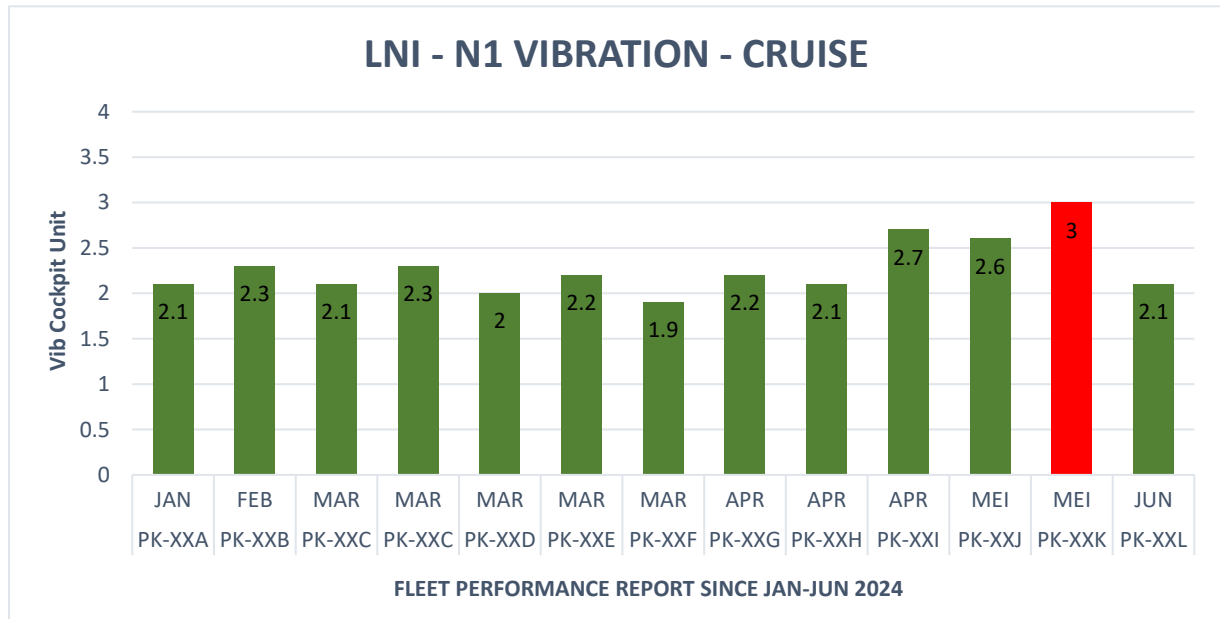
3.2 Pemecahan Masalah

Ada beberapa penyebab yang memungkinkan terjadinya getaran yang berlebihan pada engine CFM56-7B. Pada umumnya yang bisa menyebabkan terjadinya getaran yang berlebih pada engine ini adalah :

1. *Error indicating system* adalah kegagalan yang terjadi pada *indicating sistem* sehingga informasi yang ditunjukan tidak tepat atau tidak akurat. Pengecekan *indicating system* dilakukan dengan cara memeriksa secara visual setiap *harness connector* dan *receptacles* pada sensor getaran. Ada kemungkinan terjadi adanya korosi atau *damage* pada *connector*. Kemudian diukur *insulation resistancenya* dengan menggunakan Mega Ohm Meter 100 Megaohms dimanana *resistancenya* harus menunjukan minimal 20 Megaohms.
2. Kerusakan Akibat *Foreign Object Damage (FOD)* adalah benda yang masuk kedalam engine bisa menyebabkan kerusakan pada engine tersebut.
3. Kerusakan Pada area *Fan Major Module* adalah area terdepan dari engine yang salah satu bagiannya berhubungan langsung dengan area luar engine yaitu *fan booster*. *Fan booster* adalah bagian yang paling sering dicek kondisinya juga dilakukan *relubrication* atau lubrikasi ulang ketika getaran sudah hampir mencapai *limit* yang ditentukan.

3.3 Data Kasus Getaran Berlebih

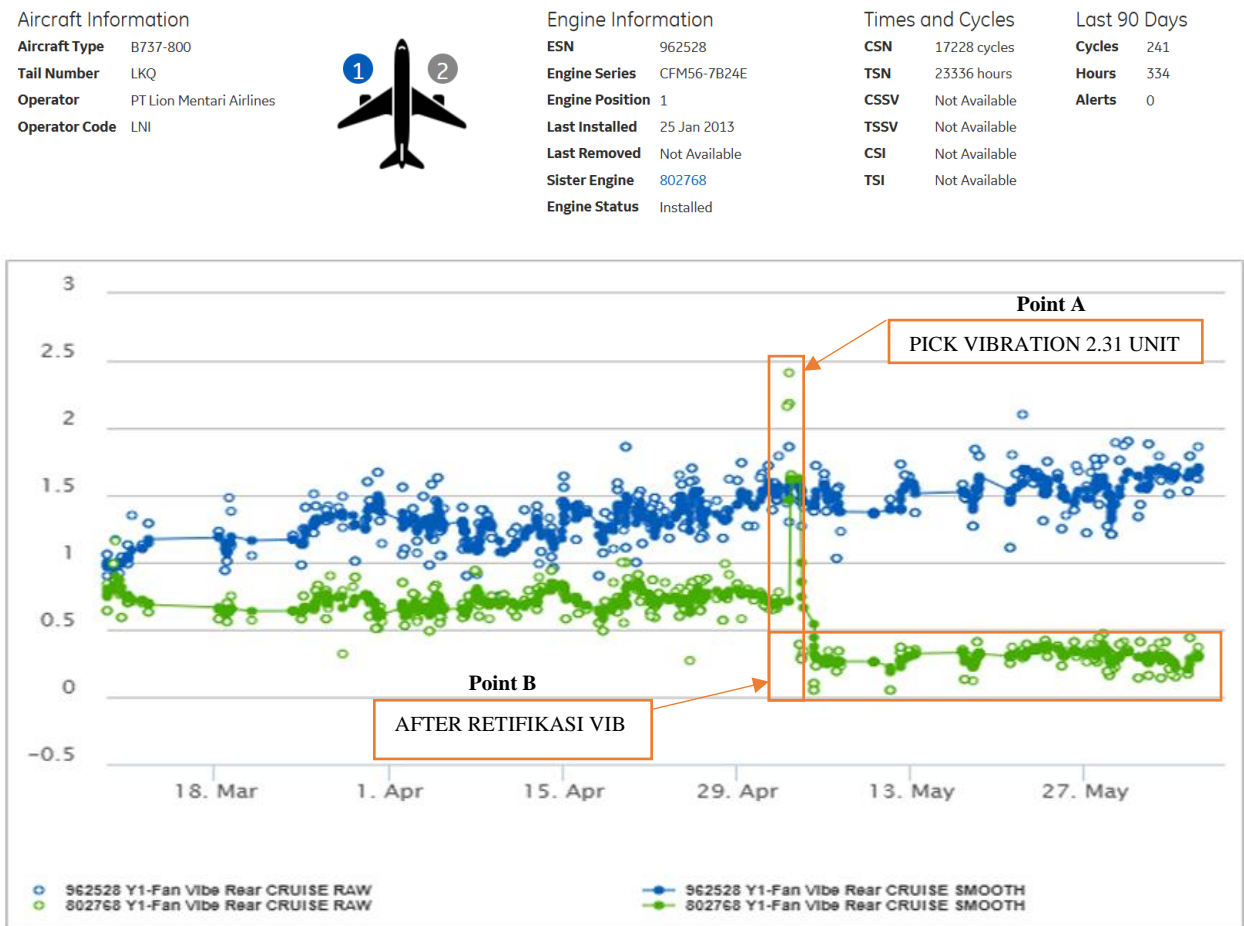
Berikut adalah data-data yang diperoleh dari database *Pilot deffect report* yang mengalami *getaran berlebih* sejak bulan Januari 2024 Sampai dengan bulan Juni 2024 yang mana terdapat 13 kasus dari total saat ini pesawat yang di miliki maskapai *PT. LMA* dengan tipe B737-800/900ER adalah 97 Pesawat :



Gambar 5. Chart - Data Kasus *Engine* Vibration sejak bulan Januari sampai Juni 2024

Berdasarkan dari data kasus diatas terdapat satu pesawat masuk dalam database *myCFM portal* pada bulan Mei 2024 mengalami getaran berlebih yang ber registrasi PK-XXX, Maka *troubleshooting* dilakukan untuk pesawat yang *engine* nya mengalami kondisi getaran berlebih yang cukup tinggi khusus nya pada pesawat ber registrasi PK-XXX *engine* nomor dua *Esn. 802768* yang mana *engine* tersebut mengalami getaran sebesar 2.31 *Cockpit Units* pada tanggal 03 May 2024, 01:38 *UTC* saat kondisi *phase Cruise*, dan ketika dilakukan pengecekan getaran berlebih dengan mengikuti referensi *Fault Isolation Manual (FIM) 71-05 Task 808* tersebut berasal dari area *fan major module*. Besar nya getaran ini telah melebihi batas aman yang ditetapkan oleh manajemen *Quality Notice* yang di keluarkan oleh tim *Safety, Security & Quality Directorate (SSQD)* yaitu diatas 2.0 *Cockpit Units*. Apabila *getaran* yang terjadi sudah menyentuh angka 2.0 CU maka harus dilakukan pencegahan agar getaran yang berlebih yang terjadi tidak bertambah besar.

Berikut adalah data-data PK-XXX mengalami getaran berlebih periode Januari – Juni 2024



Gambar 6. Data-data registrasi PK-XXX yang mengalami getaran berlebih

Setelah mengetahui masalah yang terjadi berasal dari aera *fan major module* maka *engineer* melakukan pengecekan di bagian *fan booster*. Pengecakan pada *fan booster* dilakukan dengan cara *Detail Visual Inspection (DVI)* dan melihat data yang telah direkam oleh *system Airborne Vibration Monitoring (AVM)*, data *vibration* yang sudah terekam selama penerbangan oleh *Airborne Vibration Monitoring (AVM)* ini berfungsi untuk menentukan area getaran yang berlebihan di area dalam engine. setelah melihat data yang sudah terekam oleh *system Airborne Vibration Monitoring (AVM)*, area getaran berlebihan tersebut terjadi pada bagian area *Low Pressure Compresore (LPT)*.



Gambar 7. Data-data yang terekam oleh Airborne Vibration Monitoring (AVM)

Metode yang sangat efektif setelah mengetahui masalah yang terjadi pada area *Low Pressure Compressor (LPT)* mengikuti referensi *Fault Isolation Manual (FIM) 71-05 Task 808* dilakukan dengan cara *Lubrication area Fan Blade* biasa disebut '*Fanlube*'. *Fanlube* sendiri adalah kegiatan *me-remove*, melubrikasi ulang dan *install* kembali bagian *fan blades*. Pada saat dilakukan Proses *fanlube* ditemukan beberapa dari kondisi *Fanblade Platform* mengalami *missing* dan *unbonded lip seals* secara signifikan.



Gambar 7.a. (Panah Orange) *Fanblade Platform* signifikan *missing lip seals* pada area *concave* dan *convex*



Gambar 7.b. (Panah Orange) *Fanblade Platform* signifikan *Unbonded lip seals* pada area *concave*

Berdasarkan hasil evaluasi dari kejadian-kejadian getaran berlebih pada *engine CFM56-7B* pada umumnya yang paling sering ditemukan salah satu kontribusi utamanya adalah banyaknya temuan *missing* atau *unbonded lip seal* pada *Fanblade Platform* pada area *concave* dan area *convex* seperti pada gambar diatas (7.a dan 7.b)

Seperti telah dibahas sebelumnya penyebab terjadinya getaran berlebih pada pesawat dengan registrasi PK-XXX engine nomor satu Esn. 802768 yang mana Engine tersebut mengalami getaran sebesar 2.31 Cockpit Units pada kondisi phase Cruise adalah adanya kerusakan pada beberapa Fanblade Platform. Untuk mencegah atau mengurangi tingkat getaran yang terjadi pada engine, langkah dan tindakan harus maka dilakukan upaya dan usaha-usaha untuk menangani permasalahan tersebut dengan cara melakukan penggantian komponen Fanblade Platform sesuai dengan prosedur-prosedur yang tercantum pada task card dan Aircraft Maintenance Manual (AMM) 72-21-00. Prosedur ini meliputi pelepasan, pembersihan, inspeksi, perbaikan atau penggantian, pemasangan, dan pengujian.

Setelah dilakukan nya pengantian pada Fanblade Platform dan testing maka terlihat penurunan getaran engine yang sangat signifikan pada pesawat dengan registrasi PK-XXX engine nomor dua Esn. 802768 getaran engine pada Fan Major module sebesar 0.5 Cockpit unit yang terlihat pada Gambar.6 Point B data yang diambil dari database myCFM portal.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari pembahasan mengenai terjadinya getaran berlebih pada engine CFM 56-7B adalah memahami dan mengidentifikasi penyebab terjadinya getaran di area fan major module sebesar 2.31 Cockpit Units yang melewati limitasi standar yaitu 2.0 Cockpit Units yang disebabkan oleh adanya temuan Fanblade Platform Missing lip seals yang signifikan. Kemudian penanggulangan permasalahan terjadinya getaran berlebih di area fan major module engine CFM 56-7B adalah dengan cara mengganti Fanblade Platform namun sebelum menggantinya terdapat proses pembersihan dan visual inspeksi sesuai dengan prosedur-prosedur yang tercantum pada Task Card (TC) dan Aircraft Maintenance Manual (AMM) 72-21-00 dan berdasarkan dari penelitian kasus ini, kita mampu memahami dan mempelajari dengan baik dengan mengumpulkan data-data yang lengkap terkait permasalahan dari phase kejadian yang dihadapi, kita juga mampu menentukan metode yang efektif dalam melakukan troubleshooting dengan mengetahui periodik perawatan terjadwal pada fan blade lubrikasi. Dengan begitu pesawat dapat secara maksimal beroperasi dengan keadaan safety dan airworthy.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] *Engine Training Manual, Basic Engine CFM56-7B, CTC-223 & 224 Level*, April 2001. *Engine Indicating and BITE test procedure*, (CFM Proprietary).
- [2] *Fault Isolation Manual, Boeing 737-800/900ER, Chapter 71, 71-05 TASK 808, Engine Vibration*, Feb 15/2024, (Boeing Proprietary).
- [3] *Top 10 of Aircraft Registration, Engine Vibration Alert-Cruise Periode Januari-Juni 2024*, <https://mycfmportal.com/portal>, Access log in registered ownership (Engine Apu Line Manitenance), Cgk-Tangerang.
- [4] *The Boeing Company, Aircraft Maintenance Manual, Boeing 737-800/900ER, Chapter 72, TASK 72-21-00, Spinner Cones Removal/Installation, Fan Blade Removal/Installation, Fan Blade and Fan Disk Lubrication Rev 82 Feb 15/2024*