

Analisis Kegagalan Sistem Kerja Nose Wheel Steering pada Pesawat Boeing 737-800 di PT. GMF Aero Asia Tbk.

Yolanda Ghina Sabila^{1*}, Dian Saputra¹, dan Fuad Anwari²

¹Program Studi D3 Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

²PT. GMF Aero Asia Tbk, Jl. GMF Aero Asia, Pajang, Benda, Kota Tangerang, Banten 15126

Abstrak

Nose wheel steering system merupakan salah satu sistem penting pada pesawat terbang. Sistem ini berfungsi sebagai penggerak arah pesawat saat maneuver di darat. Sistem ini memiliki beberapa hal yang dapat menyebabkan kegagalan pada nose wheel steering. Sehingga perlu dilakukan analisis yang bertujuan untuk mengetahui penyebab terjadinya kegagalan sistem kerja nose wheel steering pada pesawat Boeing 737-800 yang dirawat di PT GMF Aero Asia Tbk. Metode yang digunakan adalah melakukan wawancara dengan ahli, observasi, dan mencari data lapangan yang dilaporkan langsung oleh pilot dan teknisi di Aircraft Maintenance Log Book (AML). Analisis data yang dilakukan dengan cara root cause analysis, yaitu diagram fishbone. Hasil data lapangan yang sudah diklasifikasikan dan dianalisis, diketahui bahwa tendensi ke kiri maupun ke kanan menjadi masalah yang paling sering dialami. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan melakukan pengecekan rutin pada nose wheel steering agar dapat dilaksanakan perbaikan pada tire pressure dan steering mechanism. Perbaikan ini akan berpedoman pada buku manual perbaikan yaitu, Aircraft Maintenance Manual (AMM) khusus pesawat Boeing 737-800. Ini dilakukan untuk menjadikan pesawat dapat bergerak tanpa hambatan saat maneuver di darat, setelah steering dapat bekerja dengan normal.

Kata-kata kunci: Nose wheel steering, Tendensi, Tire pressure

Abstract

The wheel steering system nose is one of the important systems on airplanes. This system functions as the driving direction of the aircraft when ground maneuvering. This system has several things that can cause work system failures. So it is necessary to do an analysis that aims to determine the cause of the failure of the nose wheel steering system on Boeing 737-800 aircraft that were treated at PT GMF Aero Asia Tbk. The method used is conducting interviews with experts, observing, and looking for field data reported directly by pilots and technicians on the Aircraft Maintenance Log Book (AML). Data analysis is done by root cause analysis, which is a fishbone diagram. The results of field data that have been classified and analyzed, it is known that tendencies to the left and right become the most common problems. These problems can be solved by routine checking on the nose wheel steering so that maintenance to the tire pressure and steering mechanism can be carried out. This maintenance will be guided by the manual book, namely the Aircraft Maintenance Manual (AMM) specifically for Boeing 737-800 aircraft. This is done to make the aircraft can move without obstacles when maneuver on ground, after the steering can work normally.

Keywords: Nose wheel steering, Tendency, Tire pressure

* Corresponding author E-mail address: yolaghisa93@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Salah satu bagian dari Landing Gear adalah Nose Wheel Steering. Fungsi sistem ini adalah sebagai kemudi pesawat, mengatur arah posisi pesawat ketika pesawat manuver di darat. Baik itu ketika proses take-off dan landing. Tidak hanya itu, ketika pesawat akan melakukan parking position, juga menggunakan sistem nose wheel steering. Proses steering ini tentunya dibantu oleh sistem hidrolik, untuk meringankan pergerakan yang dilakukan oleh Nose Wheel Steering, sehingga memudahkan pilot dalam mengarahkan posisi pesawat. Sehingga sangat diharapkan untuk tidak terjadinya suatu kegagalan pada sistem nose wheel steering ini. Adapun tujuan analisa ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui penyebab sistem nose wheel steering tidak berfungsi dengan baik.
2. Mengetahui cara mengatasi penyebab masalah yang terjadi pada nose wheel steering sesuai dengan prosedur pada AMM Boeing 737-800.

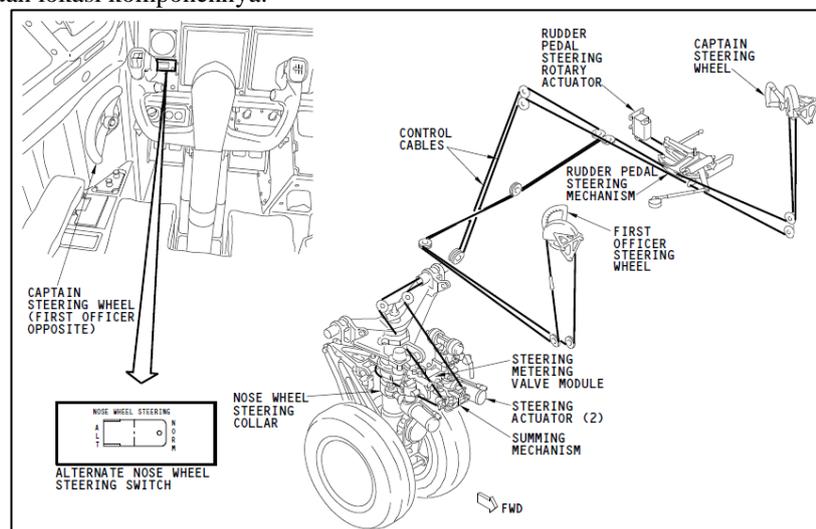
2. METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan pada penelitian ini sebagai berikut, yaitu :

1. Melakukan wawancara dengan ahli, yaitu Bapak Fuad Anwar selaku instruktur pengajar di GMF Learning Services PT. GMF Aero Asia Tbk untuk mengetahui bagaimana sistem kerja nose wheel steering serta bagaimana perawatan yang biasa dilakukan dilapangan.
2. Memperoleh data Aircraft Maintenance Log Book (AML) mengenai nose wheel steering dari Departemen Engineering PT. GMF Aero Asia Tbk.
3. Menggunakan studi literatur mengenai nose wheel steering.

3. PEMBAHASAN DAN HASIL

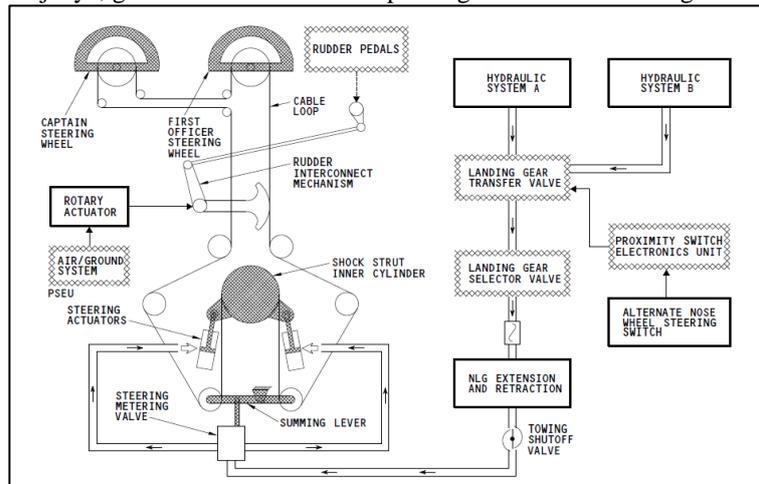
Proses bekerjanya steering sistem akan dimulai dari control steering hingga nose wheel dapat digerakkan, akan melewati bagian-bagian penting yang mana apabila pada proses tersebut mengalami sebuah masalah maka akan memungkinkan terjadinya kegagalan sistem kerja. Dibawah ini adalah gambar mekanisme nose wheel steering dan lokasi komponennya.



Gambar 1. Mekanisme nose wheel steering dan lokasi komponennya.

Berdasarkan dari gambar diatas, diketahui bahwa pada nose wheel steering terdapat beberapa komponen yang mendukung proses kerjanya. Lokasi komponen nose wheel steering terdapat di kompartemen dan nose landing gear wheel well [1]. Untuk yang berada di kompartemen adalah alternater nose wheel steering switch. Apabila disebutkan mulai dari atas hingga bawah, diantaranya adalah steering wheel (captain dan first officer), rudder pedal steering mechanism, rudder pedal steering rotary actuator, control cables, steering

metering valve module, steering actuator, summing mechanism, dan nose wheel steering collar. Untuk mengetahui proses kerjanya, gambar dibawah ini merupakan gambar skematik diagram nose wheel steering.

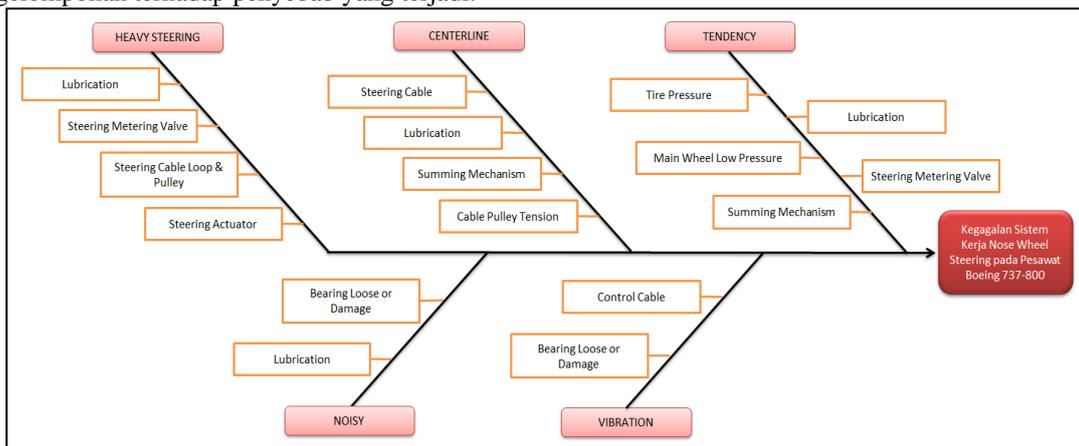


Gambar 2. Skematik diagram nose wheel steering.

Berdasarkan gambar skematik di atas, diketahui bahwa supply power yang didapatkan oleh sistem steering ini berasal dari sistem hidrolik A pada pesawat, dan sistem B sebagai sistem yang disiapkan apabila sistem A tidak dapat beroperasi.. Sedangkan input yang didapatkan adalah berasal dari dua sumber yaitu, steering wheel dan rudder. Ketika steering wheel digerakkan ke kanan ataupun ke kiri maka kabel akan bergerak, kemudian akan mempengaruhi steering metering valve, komponen ini berfungsi untuk mengatur jumlah tekanan yang masuk sesuai dengan kebutuhan berdasarkan besaran input yang diberikan. Setelah itu summing lever akan bergerak mengikuti tarikan kabel untuk menggerakkan aktuator, dan nose wheel akan bergerak sesuai dengan input arah yang diberikan oleh pilot.

Data Analysis

Berdasarkan data lapangan yang dapatkan dari Departemen Engineering PT. GMF Aero Asia Tbk, dilakukanlah analisis sehingga ditemukan penyebab masalah yang paling sering menyebabkan kegagalan sistem kerja nose wheel steering. Data yang di peroleh adalah berupa daftar masalah yang dilaporkan oleh pilot, disebut juga Aircraft Maintenance Log Book (AML). Dibawah ini adalah fishbone mengenai penyebab terjadinya kegagalan sistem kerja nose wheel steering berdasarkan data reliability yang didapat dan dilakukan pengelompokan terhadap penyebab yang terjadi.



Gambar 3. Fishbone penyebab kegagalan sistem nose wheel steering.

Berdasarkan diagram fishbone diatas, diketahui bahwa ada lima masalah pada kegagalan sistem nose wheel stering. Diantaranya adalah Tendency to the Left/Right, Centerline, Heavy Steering, Vibration, dan Noisy. Pada masalah-masalah tersebut masing-masing memiliki penyebab masalah yang berbeda-beda. Pada Tendency to the Left/Right terdapat tire pressure, lubrication, main wheel pressure, steering metering valve,

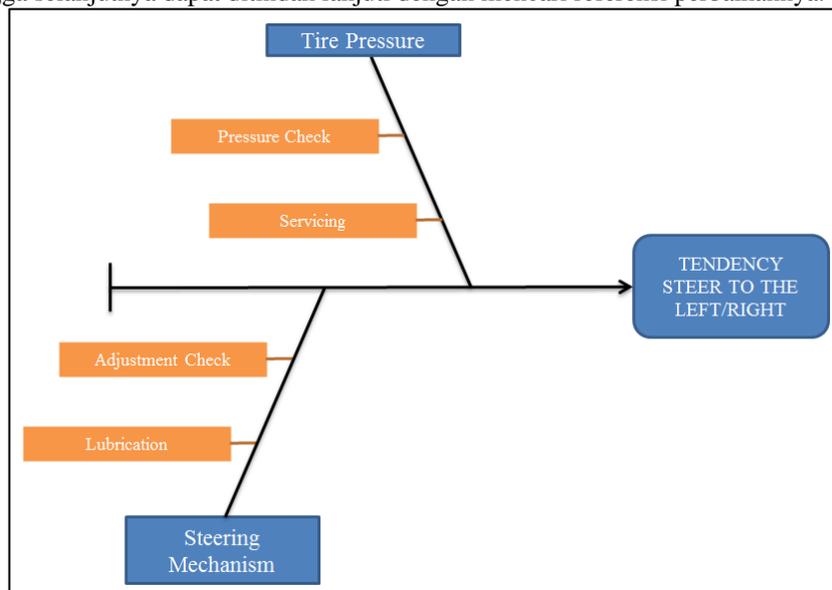
dan summing mechanism. Yang kedua, pada Centerline terdapat steering cable, lubrication, summing mechanism, dan cable pulley tension. Kemudian, pada Heavy Steering terdapat lubrication, steering metering valve, steering cable loop & pulley dan steering actuator. Lalu, pada Vibration terdapat control cable dan bearing loose/damage. Dan terakhir pada Noisy terdapat lubrication dan bearing loose/damage. Masing-masing dari penyebab masalah tersebut diatas memiliki cara perawatan yang berbeda.

Dengan menggunakan data AML dalam kurun waktu Januari 2018 hingga April 2019. Jumlah total masalah yang dilaporkan oleh pilot maupun teknisi, tercatat sebanyak 65 kasus dari lima masalah yang sudah disebutkan, dengan berbagai penyebab.

Tabel 1. Daftar masalah nose wheel steering pada Boeing 737-800 berdasarkan data AML.[3]

No.	Masalah pada Nose Wheel Steering 737-800	Jumlah
1	Nose Wheel Gear Tendency Steer to the Left/Right	55
2	Nose Wheel Steering Do Not Back To Centerline	3
3	Nose Wheel Steering Very Hard To Operate	2
4	Tends Steer and Bit Vibration On Nose Gear	2
5	Nose Wheel Steering Noisy While Pushback And Turning	3

Dari data yang terjadi di lapangan maka masalah akan dikerucutkan pada penyebab masalah yang paling sering terjadi, yaitu Nose Wheel Gear Tendency Steer to the Left/Right yang terjadi sebanyak 55 kali. Untuk menjelaskan lebih terperinci tentang masalah tendensi maka dibuatlah diagram fishbone. Berikut adalah diagram fishbone yang dibuat untuk membantu proses analisis dalam menemukan penyebab dari masalah tendensi sehingga selanjutnya dapat ditindak lanjuti dengan mencari referensi perbaikannya.



Gambar 4. Diagram fishbone tendency steer to the left/right.

Berdasarkan analisis fishbone diatas, diketahui bahwa secara ada dua penyebab masalah yang dapat menyebabkan tendensi. Diantaranya adalah tire pressure dan steering mechanism. Pada masing-masing masalah tersebut memiliki penyebabnya tersendiri. Tire pressure disebutkan bahwa penyebabnya adalah pressure check dan servicing. Sedangkan steering mechanism penyebabnya adalah adjustment check pada kabel dan lubrikasi pada komponen nose wheel steering.

Referensi Perbaikan

Berdasarkan pada fishbone yang sudah dibuat maka penulis akan memfokuskan perawatan pada akar masalah yang paling sering terjadi, yaitu tendency steer to the left/right. Dan masalah yang paling sering mengakibatkan terjadinya tendensi ialah tire pressure dan steering mechanism. Untuk meminimalisir

terjadinya kegagalan nose wheel steering akibat tendensi maka perlu melakukan pengecekan dan perawatan rutin terhadap tire pressure dan steering mechanism pada nose wheel steering. Berikut ini merupakan cara perawatan yang perlu dilakukan terhadap tire pressure dan steering mechanism.

Steering Mechanism

Pada steering mechanism terdapat dua perbaikan yang dapat dilakukan, yaitu dengan cara penyesuaian ulang (adjustment) dan lubrication.

Adjustment dan Check

Perbaikan akan mengacu pada AMM 32-51-00 yang membahas mengenai Nose Wheel Steering System – Adjustment/Check. Manual ini berisi panduan perbaikan pada nose wheel steering berkaitan dengan pengecekan dan penyesuaian ulang pada steering mechanism, seperti control cable dan turnbuckles. Secara umum perlunya dilakukan penyesuaian kabel adalah ketika load rigging atau beban kabel berada di luar batas ketentuan/toleransi yang tertulis pada tabel 2, yaitu melebihi +15/-5 pounds. Sebelum melakukan cek maupun penyesuaian ulang, biarkan paling tidak selama 1 jam, agar suhu kabel menjadi stabil. Ketika kabel sudah dilakukan penyesuaian ulang secara tepat sesuai dengan ketentuan beban yang diberikan, maka rig pin akan bisa dipasang dan dilepas pada lubangnya dengan mudah.[1]

Berikut dibawah ini adalah tabel toleransi beban kabel beserta suhu udara sekitar yang diijinkan.

Tabel 2. Batas toleransi cable load adjustment.[1]

Temperature (°F)	Rig Load (lbs)
130	56
110	51
90	46
70	40
50	35
30	29
10	24
-10	18
-22	15
-30	13
-40	10

Berdasarkan tabel diatas, diketahui bahwa masing-masing jangkauan suhu memiliki besaran load atau beban tersendiri yang dapat diterapkan. Misalnya, pada suhu 130°F maka kabel harus di atur sebesar 56 lbs, begitu juga seterusnya sesuai dengan tabel diatas. Tentunya dengan batas toleransi yang ada pada buku manual seperti dibawah ini.

Keterangan tabel :

1. Suhu di luar maupun di dalam pesawat adalah sekitar $\pm 5^{\circ}\text{F}$. Suhu ini harus stabil dalam waktu minimal satu jam, sebelum dilakukan penyesuaian.
2. Tegangan kabel harus berada dalam kisaran +10/-00 pounds dari ketentuan pada tabel 3 ketika sedang melakukan penyesuaian. Apabila setelah penyesuaian awal terdapat penyimpangan dari nilai ketentuan sekitar +15/-5 pounds pada suhu -22°F keatas, maka perlu dilakukan penyesuaian ulang.
3. Pada suhu dibawah -22°F, minimal beban kabel adalah 10 pounds.

Lubrikasi

Untuk melakukan lubrikasi, teknisi akan berpedoman pada manual AMM 12-21-21 yaitu Nose Landing Gear – Servicing. Pada manual ini dijelaskan bagian-bagian mana saja yang perlu di lubrikasi pada sistem nose wheel steering. Ada dua bagian utama nose gear yang membutuhkan proses lubrikasi. Yaitu, lubrikasi

pada upper end components of nose landing gear dan lower end components of nose landing gear. Berikut ini adalah tahapan melakukan lubrikasi.[2]

1. Gunakan sarung tangan dan pelindung mata
2. Gunakan grease gun untuk melubrikasi nose landing gear dengan grease. Dibawah ini adalah tabel yang berisi daftar bagian yang perlu dilubrikasi

Berikut ini adalah daftar fitting grease pada Upper End Component dan Lower End Component.

Tabel 3. Daftar bagian yang perlu di lubrikasi pada Upper End Component.[2]

Item No.	Nomenclature	Lubricant	Method of Application	Number of Locations
1	Actuator Support	BMS 3-33	Zerk	1
2	Retract Actuator	BMS 3-33	Zerk	3
3	Upper Drag Strut	BMS 3-33	Zerk	6
4	Lower Drag Strut	BMS 3-33	Zerk	2
5	Outer Cylinder	BMS 3-33	Zerk	2
6	Trunnion Bushing	BMS 3-33	Zerk	2

Pada tabel diatas diketahui bahwa ada enam komponen yang perlu dilubrikasi pada bagian upper end component untuk melancarkan proses pergerakan komponen sehingga nose wheel steering dapat bekerja normal. Selain itu disebutkan juga jumlah komponen tersebut., diantaranya adalah actuator support (1), retract actuator (3), upper drag strut (6), lower drag strut (2), outer cylinder (2), dan trunnion bushing (2).

Tabel 4. Daftar bagian yang perlu di lubrikasi pada Lower End Component.[2]

Item No.	Nomenclature	Lubricant	Method of Application	Number of Locations
1	UPPER TORSION LINK	BMS 3-33	Zerk	3
2	STEERING COLLAR	BMS 3-33	Zerk	10
3	TOW FITTING ASSEMBLY	BMS 3-33	Zerk	2
4	LOWER TORSION LINK	BMS 3-33	Zerk	4
5	INNER CYLINDER	BMS 3-33	Zerk	1
GEF ALL; AIRPLANES WITH 275A1106-5 STEERING ACTUATOR ROD END				
6	STEERING ACTUATOR	BMS 3-33	Zerk	4
GEF ALL				

Berdasarkan tabel diatas diketahui bahwa terdapat enam komponen yang perlu dilubrikasi pada lower end component beserta dengan jumlah lokasi komponen tersebut. Diantaranya adalah upper torsion link (3), steering collar (10), tow fitting assembly (2), lower torsion link (4), inner cylinder (1), dan steering actuator (4).

Tire Pressure

Aircraft Maintenance Manual digunakan sebagai pedoman perbaikan pesawat. Berdasarkan penyebab masalah yang ditemukan pada analisis ini, maka yang dapat digunakan adalah AMM 12-15-51 Landing Gear Tire – Servicing.

Metode yang dapat digunakan

1. Standardized Pressure, untuk main gear dan nose gear tires. (recommended)
2. Inflation Limit Charts, untuk menentukan pressure yang dibutuhkan oleh main gear dan nose gear tire. (optional)

Alat yang Digunakan

1. Inflator Tire
2. Sensor Tire Pressure
3. Gauge Tire Pressure 0-300 psig dengan ke akuratan +/- 3psig

Material yang Dibutuhkan

Hanya dibutuhkan gas nitrogen dengan kemurnian 99,5%

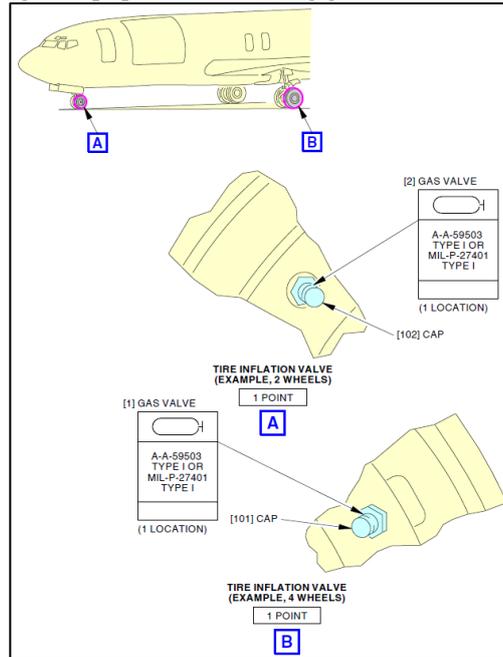
Persiapan Tire Pressure Check

Sebelum melakukan pengecekan tekanan pada tire ada hal yang perlu dilakukan sebagai persiapan untuk mencegah terjadinya hal yang tidak diinginkan. Yaitu, memasang downlock pins pada seluruh landing gear dan tail skid. Fungsinya adalah untuk menjaga pesawat dan teknisi yang bekerja agar tetap aman selama proses pengerjaan. Apabila downlock pins tidak dipasang maka landing gear bisa mengalami retract, dan tail skid akan extend.

Melakukan Tire Pressure Check dengan Menggunakan Metode Standardized Pressure

Pada penelitian ini akan difokuskan pada pembahasan perbaikan yang direkomendasikan yaitu standardized pressure. Dengan alasan, perbaikan ini adalah yang umum dilakukan oleh teknisi dan lebih mudah untuk dilakukan. Berikut adalah prosedur pelaksanaannya.

1. Pastikan tire dalam keadaan yang dingin sebelum kita memeriksa berapa besar tekanannya. Minimal dua jam setelah pesawat landing.
2. Buka penutup lubang angin (cap) pada main landing gear dan nose landing gear.



Gambar 5. Cap Tire.[2]

3. Pastikan bacaan dari alat pengukuran (gage) benar, atau dalam keadaan terkalibrasi dan disetujui untuk digunakan oleh tool store. Apabila alat ukur yang digunakan tidak terkalibrasi, bisa terjadi kesalahan pengisian tekanan saat proses pemompaan. Hal ini dapat menyebabkan kerusakan pada tire.
4. Jika pada tire terpasang kombinasi antara tire pressure fill valve dan tire pressure transmitter, gunakan alat yang bisa dibawa (hand device) yaitu tire pressure sensor reader, untuk mengukur besarnya tekanan pada tire
5. Lakukan pengecekan tekanan pada tire, dengan cara membiarkan tire dingin dalam minimal waktu dua jam setelah mendarat. Kemudian cek jumlah tekanan pada tire dengan alat ukur yang akurat dan terkalibrasi. Terakhir, lakukan pencocokan antara hasil pengukuran sisa tekanan dengan standar tekanan tire yang seharusnya
6. Jika tire butuh untuk dipompa, maka pasanglah selang pompa pada katup tire, lalu pompa tire dengan gas nitrogen sesuai dengan tekanan yang dibutuhkan. Gunakan sumber tekanan yang telah diatur jumlah gas yang akan dipompakan pada tire. Apabila jumlah tidak diatur lebih dulu maka akan dapat membahayakan orang yang berada di sekitar, dan dapat merusak peralatan kerja yang digunakan
7. Pompa main landing gear dan nose landing gear tire dengan batas standar 205 +/- 5 psig. Berikut adalah tabel standarisasi tekanan tire beserta maintenance action yang harus dilakukan

Tabel 5. Standardized Tire Pressures.[2]

Measured Tire Pressure Main	Maintenance Action
-----------------------------	--------------------

and Nose Gear Tire (Tires Cold)	
Greater than 210 psig	Adjust to correct pressure
Between 200 and 210 psig	No action required
Between 195 and 199 psig	Inflate the tire to the correct pressure
Between 185 and 194 psig	Inflate the tire to the correct pressure and check again in 24 hours. If the tire is found low again, replace the tire.
Between 165 and 184 psig	Replace wheel and tire assembly
Below 165 psig	Replace wheel and tire assembly. If the wheel and tire assembly has turned with the airplane weight on it after the pressure decreased, replace the wheel and tire assembly installed on the opposite side of that axle.

Hasil Analisis

Berdasarkan analisis yang dilakukan didapatkan hasil bahwa permasalahan tendensi adalah yang paling sering terjadi sehingga dapat menyebabkan kegagalan sistem kerja nose wheel steering pada pesawat Boeing 737-800. Dari permasalahan tendensi tersebut ditemukan dua penyebab hingga terjadinya permasalahan tendensi, yaitu steering mechanism yang perlu untuk dilakukan penyesuaian ulang pada control cable, dan tire pressure yang perlu dilakukan pengecekan secara cermat untuk memenuhi kebutuhan tekanan yang sesuai standar. Hasil ini memiliki kecocokan dengan data faktual yang ditemukan di lapangan mengenai perbaikan yang dilakukan. Berikut ini merupakan data faktual mengenai perbaikan yang dilakukan oleh teknisi.

Tabel 6. Hasil klasifikasi masalah pada sistem nose wheel steering.[3]

No.	Maintenance Action for Tendecy	Jumlah
1	Tire Pressure Check & Equalized	44
2	Replaced Nose Wheel	5
3	Tire Pressure Check & Equalized + Torque Link Check/Lubr	1
4	Steering Mechanism Lubrication	1
5	NLG Lubrication	1
6	Summing Mechanism Input Rod Adjustment	1
7	Steering Mechanism Check	2

Sesuai dengan analisis fishbone yang sudah dilakukan dan tertulis pada data analisis, tabel di atas menunjukkan bahwa dari tujuh tindakan yang dilakukan dilapangan, secara garis besar merupakan hal yang sama dengan analisis yang dilakukan penulis.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pada bagian 3, maka ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Penyebab yang paling sering dilaporkan dilapangan adalah permasalahan tendensi.
2. Solusi permasalahan tersebut dapat diatasi dengan cara melakukan beberapa perawatan, seperti adjustment check tegangan kabel pada mekanisme steering, lubrikasi, dan menjaga tire pressure tetap pada batas toleransi yang diizinkan sesuai dengan Aircraft Maintenance Manual pesawat Boeing 737-800.
3. Pengecekan harus dilakukan agar mekanisme steering bekerja dengan lancar dan tire press selalu terjaga keseimbangannya untuk mencegah terjadinya tendensi ke kiri maupun ke kanan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih diucapkan PT. GMF Aero Asia atas kerjasamanya dalam penulisan Tugas Akhir ini. Terima kasih kepada Bapak Agus selaku perwakilan Departemen Engineering Realibility PT. GMF Aero Asia, atas bantuan pencarian data AML. Terimakasih juga kepada Bapak Dedek Zuldin selaku instruktur pengajar, atas pengarahannya cara pengelompokan data mentah dari Engineering.

REFERENSI

1. The Boeing Company, *Aircraft Maintenance Manual Boeing 737-800 Chapter 32 Landing Gear*. 2018.
2. The Boeing Company, *Aircraft Maintenance Manual Boeing 737-800 Chapter 12 Servicing*. 2018
3. PT. GMF Aero Asia, *Aircraft Maintenance Log Book*, periode Januari 2018 – April 2019.