

Rancang Bangun *Special Tools* Untuk Inspeksi *Trouble Shoot* Pada *Tail Rotor Pitch Link* Helikopter AS-332 L2 Super Puma H-3222

Noviyanti Nur Afifah Wibowo^{1,*}, Yohanes Sinung Nugroho²

^{1,2}Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012
E-mail : ^{1,*}noviyanti.nur.aer21@polban.ac.id, ²sinung@polban.ac.id

ABSTRAK

Jurnal ini membahas mengenai pelaksanaan rancang bangun *special tools* untuk melakukan inspeksi pada *tail rotor pitch link* untuk Helikopter AS-332 L2 Super Puma H-3222. Metode penyelesaian yang akan dilakukan yaitu pembuatan *spherical bearing play check tool* dimulai dengan melakukan studi literatur, observasi dan survei ke Instansi yang memiliki *tail rotor pitch link*. Dokumen yang menunjang penelitian ini adalah *Airbus Orion Super Puma AS-332 L2 H-3222 MMA 64-20-00-211-004*, beberapa dokumen mengenai informasi dari Helikopter AS-332 L2 Super Puma H-3222 dan beberapa jurnal. Hasil dari penelitian ini salah satunya dapat melakukan inspeksi pada *tail rotor pitch link* yang bertujuan untuk mengetahui nilai *axial play bearing*.

Kata Kunci

Tail Rotor Pitch Link, Special Tools, Helikopter AS-332 L2 Super Puma H-3222

This journal discusses the implementation of the design of special tools to inspect the tail rotor pitch link for the AS-332 L2 Super Puma H-3222 Helicopter. The method of completion that will be carried out is the manufacture of spherical bearing play check tools starting with conducting literature studies, observations and surveys to agencies that have tail rotor pitch links. Documents that support this research are Airbus Orion Super Puma AS-332 L2 H-3222 MMA 64-20-00-211-004, several documents regarding information from Helicopter AS-332 L2 Super Puma H-3222 and several journals. The results of this research can inspect the tail rotor pitch link which aims to determine the value of the axial play bearing.

Keywords

Tail Rotor Pitch Link, Special Tools, Helikopter AS-332 L2 Super Puma H-3222

1. PENDAHULUAN

Saat ini transportasi udara memiliki manfaat yang lebih unggul dalam hal jangkauan yang lebih luas, serta waktu yang lebih singkat. Hal ini menyebabkan akomodasi pesawat udara menjadi pilihan yang tepat. Pesawat terbang berdasarkan konfigurasi model nya dibagi menjadi dua, yaitu pesawat terbang sayap tetap (*fixed wing*) dan pesawat terbang sayap putar (*rotary wing*) (1). Dalam mempertahankan kelayakan pemakaian pesawat udara ataupun komponen-komponen di dalam nya diperlukan perawatan baik berupa inspeksi, reparasi, servis, *overhaul*, serta adanya penggantian komponen yang rusak (2).

Gaya aerodinamis pada *blades* di helikopter akan menyebabkan adanya suara bising untuk sekitarnya. Selain itu, akan timbul getaran yang

terjadi di badan pesawat. Getaran-getaran yang terjadi diakibatkan oleh beban aerodinamis yang akan disalurkan melalui *rotor* menuju *shaft*, *bearing*, ataupun ke bagian pesawat lainnya. Demi kenyamanan dalam melaksanakan penerbangan, salah satu cara untuk mengurangi getaran dalam komponen helikopter harus dilakukan inspeksi secara berkala sesuai dengan *Aircraft Maintenance Manual* yang tersedia (3). Untuk melakukan inspeksi Helikopter Super Puma pada pengecekan limitasi *axial play bearing pada tail rotor pitch link* yaitu, dibutuhkannya *special tools* untuk mengetahui nilai dari *axial play bearing*.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Andersson Guimarães Oliveira (2022) Menyusun jurnal dengan judul “Vibration Control Of A

Helicopter Rotor Blade By Employing A Superelastic Niti SMA Pitch Link” Menyatakan bahwa masalah pada getaran di helikopter menjadi salah satu perhatian dalam penggunaannya, ini menjadi tantangan dikarenakan pengukuran getaran yang sulit dilakukan terutama pada bagian helikopter yang berputar. Dalam penelitian dilakukan perancangan, produksi, dan menguji perangkat *Shape Memory Alloy* (SMA) yang bisa menggantikan *pitch link* asli dari prototipe rotor helikopter untuk mengurangi getaran, hasilnya perangkat menunjukkan kinerja yang baik (3).

Dian Supiandi, Hendro Yusworo Haryono, Christian Tobing menyusun jurnal dengan judul “FMEA Dan Fishbone Analysis Untuk Mengetahui Risiko Kerusakan Komponen *Flight Control System* Penyebab Aircraft Vibration Helikopter BELL-412 TNI AL” menyatakan bahwa risiko dan dampak faktor penyebab terjadinya failure *aircraft vibration* adalah karena dari komponen-komponen *flight control*. Didapatkan juga bahwa ada 11 kerusakan yang terjadi di komponen *flight control system* yang bisa menyebabkan terjadinya *failure aircraft vibration* (4).

CASR (Civil Aviation Safety Regulation) 145.109 Point C mengenai *Equipment, Materials, data and aeronautical product requirements* (5).

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Helicopter AS-332 L2 Super Puma H-3222

Helikopter AS-332 L2 Super Puma H-3222 merupakan salah satu helikopter yang diproduksi oleh Aerospatiale yang selanjutnya diproduksi oleh Perusahaan Airbus. Helikopter ini memiliki empat bilah main rotor blades yang berputar searah jarum jam (*clockwise*) dan empat bilah tail rotor blades. Helikopter ini memiliki kapasitas mencapai 24 *passenger seats* dan 1 *cabin attendant seat*, sedangkan jika berkonfigurasi menjadi VVIP memiliki kapasitas 10 hingga 15 *passengers*. AS-332 L2 Super Puma H-3222 memiliki dua *free turboshaft engine* Makila 1A2 dengan daya *engines* saat beroperasi 1236 KW (6).

2.2.2 Pitch Link

Pitch change rod atau yang sering disebut dengan *pitch link* merupakan salah satu komponen yang digerakkan oleh *pitch change spider* yang berfungsi untuk mengontrol AOA tail rotor blades yang berasal dari input servo yang dihubungkan langsung ke *spider* (7). Pada gambar 1

memperlihatkan *pitch link* pada Helikopter AS-332 L2 Super Puma H-3222.



Gambar 1. *Pitch Link*

2.2.3 Duralium

Duralumin atau duralium merupakan material paduan antara aluminium dengan tembaga, material ini memiliki sifat yang ringan, tahan terhadap korosi, serta memiliki sifat keuletan yang tinggi. Sifat durability yang tinggi dimiliki dalam duralium, sehingga material dapat menerima beban kejut dan bisa memperpanjang usia dari produk yang dihasilkan akibat fatigue. Duralium juga biasanya dipakai untuk komponen-komponen mobil serta industri pesawat terbang (8).

2.2.4 Special Tools

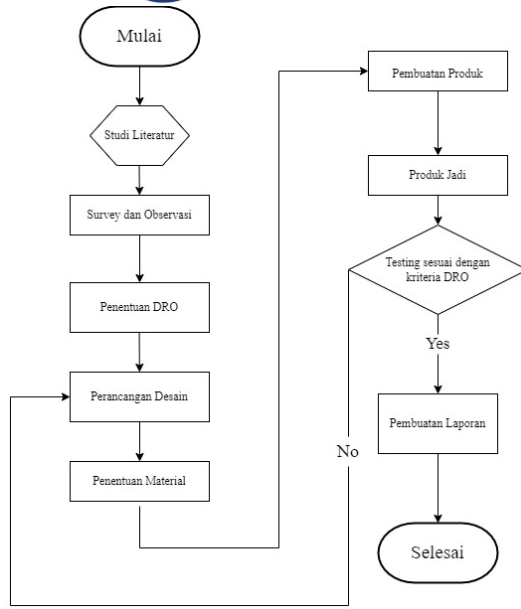
General tools merupakan peralatan yang umum berada di bengkel dan biasanya digunakan untuk proses *maintenance* dan *repair*. Berbeda dengan *special tools* yaitu, peralatan khusus yang digunakan untuk membantu menyelesaikan dan dipakai untuk pemasangan dan pelepasan komponen khusus (9).

2.2.5 Inspeksi

Dalam dunia perawatan pesawat terbang diperlukan perlakuan inspeksi untuk memeriksa dan menentukan setiap kerusakan yang terjadi. Inspeksi sendiri terdiri dari beberapa jenis yaitu, *Visual Inspection*, *Detailed Inspection*, dan *Special Detailed Inspection*, *Schedule Inspection*, dan *Unschedule Inspection* (10).

3. METODOLOGI

Metode penyelesaian masalah dalam pengerjaan penelitian ini menggunakan diagram alur atau *flowchart* pada gambar 2. Diagram ini menjabarkan secara rinci proses-proses yang dilakukan sesuai dengan urutan yang ditandai dengan arah panah dari awal mulai hingga selesai.



Gambar 2. Diagram Alir

3.1 Studi Literatur

Pada tahap studi literatur untuk pembuatan special tools untuk inspeksi trouble shoot pada tail rotor pitch link adalah dengan mengumpulkan data dan memahami seperti tail rotor pitch link, special tools, komponen yang digunakan, material yang akan digunakan. Sumber studi literatur yang akan digunakan berasal dari Aircraft Maintenance Manual, jurnal, dan juga artikel di internet yang berkaitan.

3.2 Survei dan Observasi

Survey dan observasi dilakukan untuk memperoleh data dan informasi mengenai *tail rotor pitch link* Helikopter AS-332 L2 Super Puma H-3222. Observasi ini dilakukan dengan mendatangi AMO yang menyediakan tail rotor pitch link yaitu PT. Dirgantara Indonesia (Persero) yang berkaitan dengan penelitian. Tahap survei dan observasi menghasilkan nilai dimensi dari *tail rotor pitch link* yang nantinya akan berpengaruh ke tahap perancangan desain.

3.3 Penentuan DRO

DRO dibutuhkan sebagai penyesuaian dengan keinginan dan kebutuhan perancangan pada pembuatan special tools yang tercantum dalam tabel 1.

Tabel 1. Design Requirement Objectives

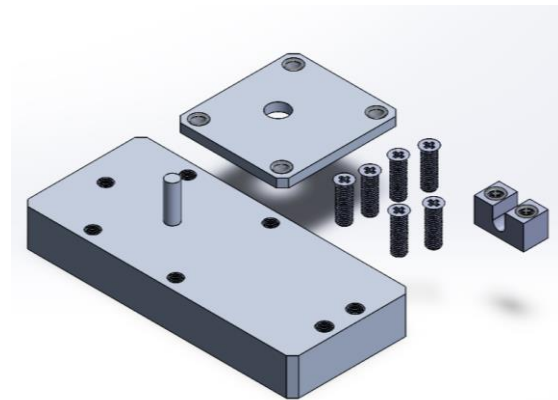
No.	Design Requirement	Objectives
1.	Duralium <ul style="list-style-type: none"> • Panjang = 210 mm • Lebar = 87 mm 	<ul style="list-style-type: none"> • Agar special tools dapat menopang komponen

No.	Design Requirement	Objectives
	<ul style="list-style-type: none"> • Tinggi = 30 mm • Berat = 2 kg 	<ul style="list-style-type: none"> • Ringan • Cukup kaku • Tahan terhadap korosi • Mudah dibawa

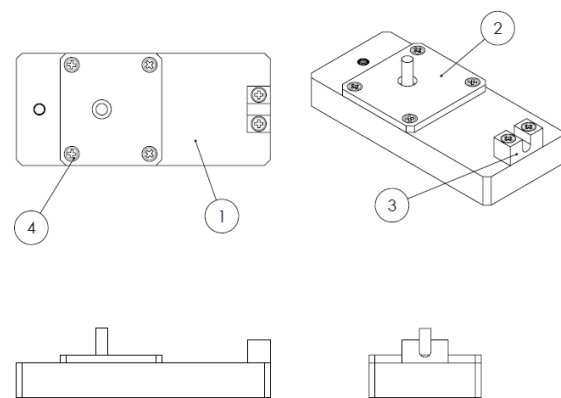
Pada DRO tersebut terdapat beberapa parameter yang harus dipenuhi. Parameter tersebut akan menjadi acuan dalam penelitian ini.

3.4 Perancangan Desain

Pada tahap perancangan desain *special tools* diperlukan *software* untuk menunjang tahap ini. Tahap ini dilakukan sesuai dengan kebutuhan yang sudah didapatkan pada tahap studi literatur serta survey dan observasi. Proses perancangan akan menghasilkan gambar 3D yang terdapat pada gambar 3 dan gambar 2D pada gambar 4.



Gambar 3. Gambar 3D *Special Tools Bearing Play Check*



Gambar 4. Gambar 2D *Special Tools Bearing Play Check*

Tahap perancangan desain dilakukan dengan membuat gambar 3D yaitu Solidwork yang akan menghasilkan rancangan berupa gambar, dimensi yang sudah disesuaikan.

3.5 Penentuan Material

Duralium atau duralumin merupakan material yang dipilih untuk pembuatan special tools Spherical Bearing Play Check. Duralium memiliki beberapa sifat yang sangat baik yaitu ulet, ringan, dan tahan terhadap korosi. Sifat yang dimiliki duralium menjadi alasan banyaknya dipakai dalam industri otomotif khususnya dunia penerbangan.

3.6 Pembuatan Produk

Tahap pembuatan produk untuk menghasilkan special tools yang sesuai dibutuhkan alat proses milling dengan mempertimbangkan beberapa faktor. Melakukan tahap ini membutuhkan kemampuan yang sesuai dengan menggunakan alat yang sesuai. Dilakukannya tahap pembuatan produk harus dilakukan dengan memperhatikan proses pembuatan yang akurat dan sesuai.

3.7 Testing

Pada tahap ini melakukan pengukuran pada *tail rotor pitch link* Helikopter AS-332 L2 Super Puma H-3222, melakukan pengukuran sesuai parameter yang ada di DRO. Lalu dilakukan evaluasi terhadap hasil pengujian untuk menentukan apakah dari hasil pengujian special tools dapat dilakukan dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan. Jika tidak sesuai maka special tools kembali ke tahap perancangan desain. Selain itu dilakukan pengukuran *tail rotor pitch link* menggunakan special tools spherical bearing play check sebanyak 10 kali untuk menguji special tools.

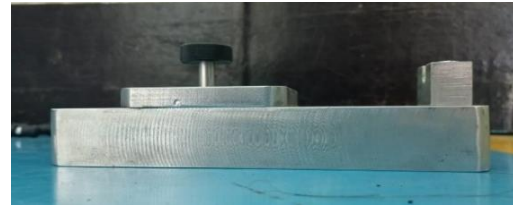
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Desain

Special tools dengan desain pada gambar 3 dan gambar 4 didapatkan hasil sesuai pada gambar 5 dan gambar 6.



Gambar 5. Hasil Desain Tampak Atas



Gambar 6. Hasil Desain Tampak Samping

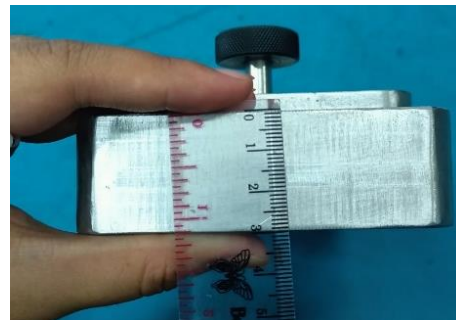
4.2 Testing

Dilakukan pengukuran sesuai dengan dimensi yang menjadi acuan di Design Requirement Objectives. Pada pengukuran yang pertama dilakukan pengukuran Panjang yang didapatkan nilai 220 mm sesuai dengan gambar 7.



Gambar 7. Pengukuran Panjang Spherical Bearing Play Check

Setelah itu, dilakukan pengukuran dengan dimensi tinggi dari special tools spherical bearing play check. Pada pengukuran ini didapatkan nilai dengan tinggi 30 mm yang ditunjukkan dalam gambar 8.



Gambar 8. Pengukuran Tinggi Special Tools Spherical Bearing Play Check

Lalu dilakukan pengukuran berat pada special tools spherical bearing play check. Pengukuran ini mendapatkan nilai 1.990 kg yang ditunjukkan pada gambar 9.



Gambar 9. Pengukuran Berat *Special Tools Spherical Bearing Play Check*

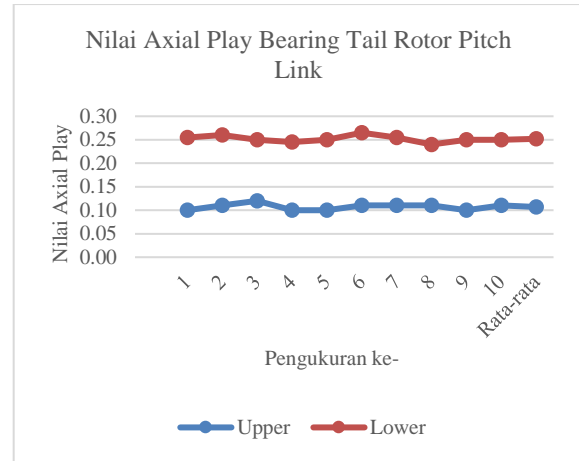
4.3 Pengukuran Axial Play Bearing

Dilakukan pengukuran nilai *axial play* dari *tail rotor* sebanyak 10 kali pengukuran. Didapatkan beberapa hasil pengukuran *tail rotor pitch link* didapatkan nilai *axial play bearing* sesuai dengan tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Limitasi Pada Tail Rotor Pitch Link

No	Uji Coba	Bearing		Bearing Wear Limit	Keterangan
		Upper	Lower		
1	I	0.10 mm	0.26 mm		
2	II	0.11 mm	0.26 mm		
3	III	0.12 mm	0.25 mm		
4	IV	0.10 mm	0.25 mm		
5	V	0.10 mm	0.25 mm	0.25 mm	Repla ceble
6	VI	0.11 mm	0.265 mm		
7	VII	0.11 mm	0.255 mm		
8	VIII	0.11 mm	0.24 mm		
9	IX	0.10 mm	0.25 mm		
10	X	0.11 mm	0.252 mm		
Rata-rata		0.107 mm	0.252 mm		

Setelah dilakukan pengukuran sebanyak 10 kali menghasilkan grafik nilai *axial play bearing tail rotor pitch link* pada gambar 10 dan gambar 11 saat melakukan uji coba dan pengukuran.



Gambar 10. Grafik Nilai *Axial Play Bearing Tail Rotor Pitch Link*



Gambar 11. Hasil Pengujian

4.4 Pembahasan

Setelah dilakukan pengukuran dimensi pada *special tools spherical bearing play check* didapatkan nilai panjang yaitu sebesar 220 mm, lebar 95 mm, tinggi 30 mm, dan berat sebesar 1.990 kg. Selain itu, pada *Airbus Orion Super Puma AS-332 L2 H-3222 MMA 64-20-00-211-004* disebutkan *maximal axial play* adalah 0.25 mm (0.0098 in). Setelah dilakukan pengukuran nilai *axial play bearing tail rotor pitch link* sebanyak 10 kali didapatkan nilai rata-rata dari *upper bearing* yaitu 0.107 mm dan *lower bearing* sebesar 0.252 mm. Mengacu pada *Airbus Orion Super Puma AS-332 L2 H-3222 MMA 64-20-00-211-004*, maka *tail rotor pitch link* harus dilakukan penggantian komponen.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan dari rancang bangun *special tools spherical bearing play check*:

1. Dalam melakukan perancangan desain *special tools spherical bearing play check* memiliki dimensi yang telah penulis tentukan. Dimensi dari *special tools* ini memiliki panjang yang sesuai dengan rancangan yaitu 220 mm, sedangkan lebar 95 mm tidak sesuai

dengan yang dirancang, dan tinggi 30 mm sesuai dengan rancangan, serta berat yang didapatkan sebesar 1.990 kg yang lebih ringan dari rancangan awal. Material yang dipakai dalam pembuatan menggunakan bahan duralium.

2. Setelah dilakukan pengukuran pada *tail rotor pitch link* Helikopter AS-332 L2 Super Puma H-3222 sebanyak 10 kali didapatkan bahwa nilai rata-rata *axial play bearing* nya pada *upper bearing* sebesar 0.107 mm dan pada *lower bearing* sebesar 0.252 mm.
3. Setelah didapatkan *nilai axial play bearing* pada bagian *upper bearing* dan *lower bearing* dapat disimpulkan *tail rotor pitch link* harus dilakukan penggantian komponen sesuai prosedur yang terdapat pada *Airbus Orion Super Puma AS-332 L2 H-3222 MMA*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada PT. Dirgantara Indonesia (Persero) yang telah memfasilitasi dan membantu dalam menyusun penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Prakoso A, Pambekti A, Budiono CS, Lukito I, Kurniawan R, Vong SDS. Perancangan dan analisis karakteristik aerodinamik pada pesawat fix wing VTOL UAV. *Angkasa J Ilm Bid Teknol*. 2023;15(1):1.
2. Candra P, Pahala Y, Hartono, Sa'roni. AVIASI Jurnal Ilmiah Kedirgantaraan Vol. 16 No.1 edisi Februari 2019. AVIASI J Ilm Kedirgant. 2019;16(1):13.
3. Oliveira A. Vibration control of a helicopter rotor blade by employing a superelastic NiTi SMA pitch link [Internet]. 2022. Available from: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/23383>
4. Staff S, Komando D, Angkatan TNI. FMEA DAN FISHBONE ANALYSIS UNTUK MENGETAHUI RISIKO KERUSAKAN KOMPONEN FLIGHT CONTROL SYSTEM PENYEBAB AIRCRAFT VIBRATION HELIKOPTER BELL-412 TNI AL
5. Directorate General of Civil Aviation. Civil Aviation Safety Regulation Part 145 : Approved Maintenance Organizations. 2017;(Amdt 5).
6. AIRBUS. STRUCTURE. In: 3rd ed. 2016. p. 35.
7. AIRBUS. TAIL ROTOR. In: 7th ed. 2005. p. 8.
8. D.I. Tsamroha,* M. I. N. Sasongkob CY. Analisis Sifat Mekanik dan Sifat Fisik Paduan Aluminium pada Perlakuan Penuaan Buatan. *TRANSMISI*. 2022;18:8.
9. Purwono H, Armas RF, Mubarak AR. Pembuatan Alat Bantu Khusus Pelepasan Dan Pemasangan Piston Seal Cylinder Hydraulic Unit Excavator Pc200-8M0. 2022;(November 2022):1–7.
10. Eni. *Jbptppolban. Angew Chemie Int Ed* 6(11), 951–952. 1967;(Mi):5–24.
11. Ui FT. Universitas Indonesia Porositas Penyusutan Paduan Duralumin Depok. 2011;
12. Maruli Tua, Asep Gunawan TS. *Dasar-dasar Teknik Pesawat Udara*. Iswanto Y, editor. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia; 2022.
13. Utomo KY, Setyadi W, Ananda P. Analisis Kerusakan Bearing 7210 Pada Torsion Shaft. *J Ilm Giga*. 2019;22(2):75.
14. Hardiansyah IW. Penerapan Gaya Gesek Pada Kehidupan Manusia. *INKUIRI J Pendidik IPA*. 2021;10(1):70–3.
15. Nikmah F. Nikmah,foikotun Yulianto,Agus Wahyuni, siti. 2020;5:122–32.
16. AIRBUS. On-condition maintenance - TAIL ROTOR DRIVE ASSEMBLY. 2024;