

Maintenance Propeller Hartzell Pada Pesawat Cessna 172

Maidi Saputra¹, Ibnu Hakim²

¹Dosen Teknik Mesin - Universitas Teuku Umar - Meulaboh
E-mail : maidisaputra@utu.ac.id

²Mahasiswa Teknik Mesin - Universitas Teuku Umar - Meulaboh
E-mail : ibnuhakim_aceh@yahoo.co.id

Abstract

Cessna 172 aircraft type is the type of aircraft being used as a learning tool for novice aviators who has how many components it needs to do maintenance and repair, such as propeller (propeller). This is done so that the plane was in decent condition wear or fly. It is therefore necessary to make a repair or maintenance procedure the components of the aircraft Cessna 172 and the settlement of the problems found during the treatment and repair the aircraft. Examination of the propeller generally has a certain interval, for example 25; 50; or 100 hours, including Blade, spinner and other applications, which aims to see the excess oil; section blade and hub to investigate blade damage, spinner and hub to check for scratches or other defects. And completion trouble shooting, including excessive friction, increase in RPM or torque, oil leaks and lubricants, and excess motion.

Keywords: airplane, a Cessna 172, propeller, Troubleshooting

1. PENDAHULUAN

Pesawat terbang jenis Cessna 172 merupakan suatu jenis pesawat terbang yang digunakan sebagai sarana pembelajaran bagi penerbang pemula. Setiap jenis pesawat terbang memerlukan perawatan maupun perbaikan-perbaikan komponen permesinan.

Perawatan yang biasa dilakukan pada suatu komponen adalah pada baling-baling pesawat (propeler), hal ini dilakukan agar kondisi propeller pesawat terbang selalu berada dalam kondisi baik dan layak pakai atau terbang. Baling-baling (propeler) pesawat terbang jenis Cessna 172, terbuat dari aluminum alloy, yang terdiri dari dua, tiga dan empat blade serta mempunyai bentuk penampang melintang yaitu berbentuk airfoil, yang bertujuan untuk menarik dan mendorong pesawat terbang dengan perantara udara.

Propeller yang berputar memerlukan sumber tenaga, yaitu sebuah mesin baik berjenis *engine piston* maupun *engine turbine*. Pada mesin yang mempunyai putaran dan daya rendah, propeller dipasang langsung pada poros engine. Sedangkan pada mesin yang berputar dengan daya yang tinggi diperlukan roda-roda gigi perlambatan (*reduction gear*), yang bertujuan untuk membatasi kecepatan putar propeller sampai batas waktu tertentu agar daya dorong yang dihasilkan oleh propeller tetap stabil dan efisiensi.

Dalam penelitian ini penulis mengemukakan sebuah permasalahan yaitu apakah mekanisme perawatan pada baling baling pesawat tipe Propeler Hartzell sudah sesuai dengan mekanisme perawatan pada sebuah pesawat terbang tipe Cessna 172.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah membuat analisa studi literatur tentang prosedur perawatan (*maintenance*) baling-baling tipe Propeler Hartzell pada pesawat terbang jenis Cessna 172.

Propeller adalah suatu unit yang harus menyerap tenaga out put dari mesin, tenaga out put tersebut telah dihasilkan dari resultan 2 sampai 4 blade propeller dengan diameter yang besar. Kemudian besarnya putaran rpm mesin yang membatasi putaran propeller dapat diubah dengan menggunakan jenis propeller yang besar. Gaya sentrifugal pada rpm

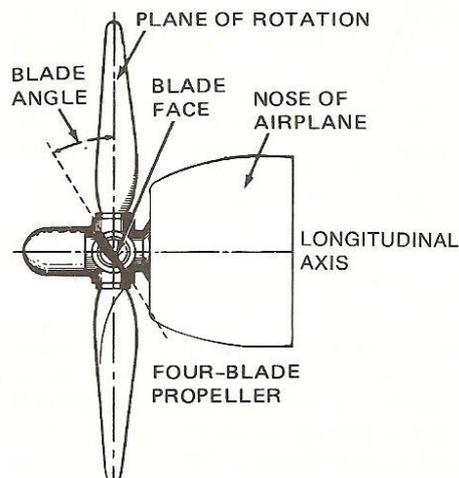
yang tinggi cenderung untuk mendorong blade keluar dari hub, dan kelebihan kecepatan blade bukan hanya menyebabkan kekurangan efisiensi tetapi juga kebisingan dan getaran.

Sejalan dengan masalah-masalah yang muncul dalam pengoperasian propeller ini, maka telah dikembangkan sebuah sistem constan speed propeller. Sistem ini membuat rpm mesin hanya sedikit berputar selama kondisi terbang dan dengan meningkatkan efisiensi penerbangan, hal ini sama dengan penggunaan sistem governor flyweight yang dapat mengontrol angle blade, sehingga engine speed dapat dipertahankan.

1.1 Prinsip Dasar Propeller

Propeller adalah suatu batang memanjang yang merupakan perpanjangan dari crank shaft dalam engine rendah. Didalam engine bertenaga tinggi propeller dilengkapi dengan gear. Posisi engine yang lain memutar airfoil dari blade di udara pada kecepatan tinggi dan selanjutnya propeller merubah kekuatan perputaran engine menjadi gaya dorong (thrust).

Propeller pesawat terbang memiliki 2 atau lebih blade dan diletakkan ditengah-tengah hub (sentral hub), setiap blade dalam propeller pesawat terbang merupakan sayap yang berputar. Sesuai dengan konstruksinya (gambar 2.1) propeller blade menghasilkan tenaga yang dapat mendorong pesawat, tenaga yang diperlukan untuk memutar propeller blade dihasilkan dari mesin.



Gambar 2.1. Propeller Assembly

1.2 Tipe Propeller

Pada pesawat terbang terdapat berbagai jenis propeller, dimana propeller yang paling sederhana yaitu : propeller tetap (fixed pitch propeller) dan tidak tetap/dapat diatur (ground adjustable propeller). Sistem propeller yang lebih komplit dikembangkan dari kedua jenis tersebut adalah controlable pitch serta sistem automatic yang komplit.

a. Propeller Fixed Pitch

Pada umumnya propeller jenis ini hanya terdiri dari satu buah blade dan terbuat dari kayu atau alumanium. Propeller ini memiliki pitch blade atau angle blade yang diterangkan lansung pada propeller, jenis propeller ini dirancang untuk efisiensi kerja yang baik pada satu putaran dan melaju kedepan antara pesawat dengan kecepatan engine. Propeller ini digunakan pada pesawat dengan tenaga rendah.

b. Propeller Ground Adjustable.

Cara kerja propeller jenis ini sama dengan propeller fixed pitch, pitch atau angle bladenya dapat diganti jika propeller sedang tidak berputar. Hal ini dapat dilakukan dengan melepas klem yang mencepit atau menahan blade. Setelah klemnya diikat, pitch dari blade

tidak lagi dapat diganti sesuai dengan persyaratan terbang. Seperti halnya propeller fixed pitch, propeller ini umumnya digunakan pada pesawat yang bertenaga rendah, kecepatan rendah dan jangkauan atau ketinggian rendah.

c. Propeller Controllable Pitch

Pada propeller jenis ini dapat dilakukan perubahan pitch atau angle blade pada saat propeller sedang berputar. Keadaan ini untuk mengatur angle blade yang akan memberikan hasil terbaik dan dapat mempertahankan rpm engine yang diinginkan sesuai dengan kondisi terbang.

d. Propeller Automatic

Dalam sistem ini adalah pitch dan tanpa memperhatikan operator untuk mempertahankan rpm engine yang sudah diatur, seperti contoh jika kecepatan engine meningkat, kontrol secara automatic akan meningkatkan angle blade sampai rpm yang diinginkan tercapai, sistem ini akan memberikan perubahan sekecil apapun pada putaran rpm.

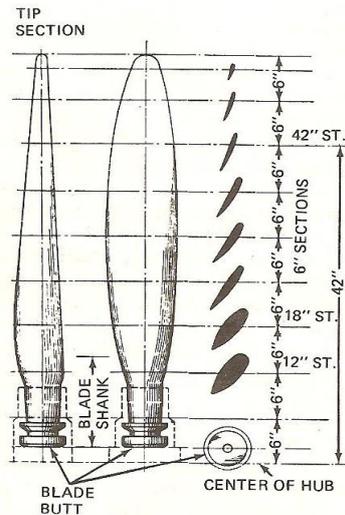
1.3 Pengoperasian Propeller

Untuk memahami kerja dari propeller, pertama sekali harus diperhatikan gerakan yang terjadi pada propeller tersebut, baik itu gerakan rotasi ataupun gerakan kedepan. Adanya gaya vektor dari propeller blade yang bergerak rotasi dan kedepan sejalan dengan gaya vektor dari propeller tersebut akan diperoleh jika blade berada dalam keadaan diam dan udara datang dari arah yang berlawanan. Dimana sudut udara (relative wind) yang mengenai propeller blade disebut dengan angle of attack. Pantulan udara yang dihasilkan oleh sudut ini menyebabkan terjadinya tekanan dinamik pada engine dari propeller blade yang lebih besar daripada tekanan atmosfer, sehingga menciptakan thrust.

Bentuk dari blade juga menciptakan thrust, hal ini disebabkan oleh bentuknya yang seperti baling-baling (wing). Akibatnya seiring dengan aliran udara melintasi propeller, tekanan satu sisi lebih kecil daripada sisi lainnya. Seperti yang terjadi pada wing, keadaan ini menghasilkan suatu gaya reaksi searah dengan tekanan yang paling rendah. Khusus pada wing, daerah diatas wing memiliki tekanan udara yang rendah dan gaya yang terjadi adalah kedepan (lift). Untuk propeller dengan ujung yang lancip vertikal, pada posisi horisontal mengalami penurunan tekanan pada bagian depan propeller dan gaya yang terjadi menuju kedepan (thrust). Maka secara Aerodynamic, thrust merupakan paduan antara bentuk propeller dan angle of attack dari blade.

1.4 Faktor Aerodinamik

Pesawat yang bergerak akan menciptakan beberapa gaya, diantaranya menciptakan daya dorong (drag) melawan gerakan kedepan. Jika pesawat terbang tersebut dalam satu jalur, maka harus ada daya yang sama dengan tarikan yang membuat gerakan kedepan, maka gaya inilah yang disebut dengan thrust.



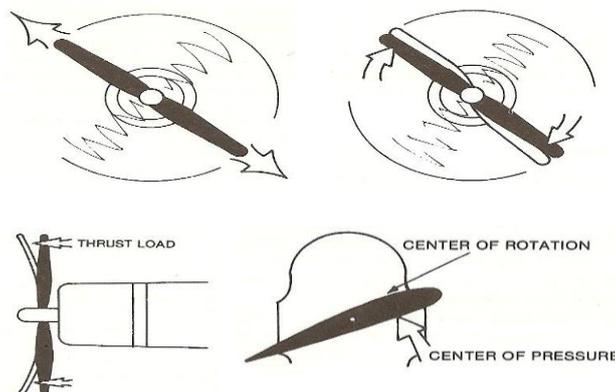
Gambar 2.2. Typical Propeller Blade Elements

Kerja yang dilakukan oleh gaya thrust harus sama dengan jarak waktu, gaya thrust selama pergerakan pesawat terbang ($\text{kerja} = \text{thrust} \times \text{jarak}$), maka power yang dihasilkan oleh gaya thrust selama pesawat terbang bergerak adalah $\text{power} = \text{thrust} \times \text{kecepatan}$.

Mesin menyalurkan brake horse power melalui putaran shaft dan kemudian propeller merubahnya menjadi thrust. Dalam perubahan ini ada power yang hilang. Untuk efisiensi maksimum, maka propeller harus didesain agar hilangnya power ini harus sekecil mungkin, jika efisiensi suatu mesin merupakan perbandingan antara power output dengan input, maka efisiensi propeller merupakan perbandingan antara thrust dengan brake.

Ciri khas dari propeller blade dapat digambarkan sebagai perputaran airfoil dengan bentuk yang tidak beraturan. Dua gambar dari propeller blade pada gambar 2.2 untuk tujuan analisis blade dapat dibagi menjadi beberapa perpotongan (segmen) yang diletakkan beberapa inci dari pusat blade hub. Pada gambar 2.3 ditunjukkan blade shank dan blade butt. Blade shank adalah thick, yang dikelilingi oleh propeller blade dekat hub yang didesign untuk memberikan kekuatan pada blade.

Blade angle biasanya diukur dalam derajat, merupakan sudut antara blade chord dengan rotasi bidang datar chord dari propeller blade, yang ditentukan sama dengan pada penentuan chord untuk airfoil.



Gambar 2.3. Forces Acting Propeller

Gaya sentrifugal merupakan gaya fisik yang cenderung menjauhkan perputaran propeller dari hub. Gaya bending terbentuk dari hambatan udara cenderung menyebabkan

perputaran propeller blade berputar melawan arah putaran gaya bending thrust, ini merupakan muatan pada thrust yang cenderung menahan gerak maju dari pesawat karena menghalangi bagian depan propeller blade. Gaya twisting (putar) aerodynamic cenderung memutar blade dengan blade angle yang tinggi. Gaya twisting sentrifugal lebih besar dari pada gaya putar aerodynamic, dan menyebabkan perputaran blade dengan angle kecil.

Propeller harus terhindar dari tekanan-tekanan yang mengganggu, yang semakin besar pada posisi didekat hub, yang disebabkan oleh gaya sentrifugal dan thrust. Tekanan ini akan meningkat sesuai dengan peningkatan rpm mesin. Permulaan blade sering kali mendapat tekanan sentrifugal dan tekanan lain yang ditimbulkan oleh bending. Propeller juga harus cukup untuk menghindari getaran yang merupakan getaran yang terjadi pada saat perputaran engine dalam frekwensi yang tinggi, yaitu disekitar crank shaft engine. Fluttering biasanya disertai dengan suara kebisingan yang sering kali keliru dengan suara pembuangan, getaran-getaran yang selalu terjadi akan melemahkan putaran blade bahkan biasa mematahkan blade tersebut.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa perawatan baling-baling (propeler) pesawat terbang jenis Cessna 172 dan penyelesaian permasalahan yang timbul selama proses perawatan dan perbaikan tersebut.

Metode analisis yang dilakukan adalah menggunakan metode analisis kepustakaan (Library Research), yaitu menganalisa perawatan suatu komponen pesawat terbang yaitu baling-baling (propeler) berdasarkan studi kepustakaan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Propeller Inspection

Propeller harus diperiksa secara teratur, jadwal pemeriksaan propeller ini umumnya sudah terjadwal oleh perusahaan penerbangan maupun pihak pengguna lainnya. Pemeriksaan propeller biasanya dilakukan dengan pemeriksaan visual berupa pemeriksaan pada propeller blade, hub, sistem kontrol, sistem keamanan, sistem keselamatan dan kondisi umum lainnya. Pemeriksaan ini harus dapat mendeteksi adanya cacat atau kerusakan yang ada.

Waktu pemeriksaan propeller umumnya memiliki interval tertentu misalnya 25, 50 atau 100 jam. Umumnya pemeriksaan visual meliputi :

1. *Blade, spinner* dan pemakaian lainnya, untuk melihat kelebihan minyak.
2. Bagian *blade* dan *hub* untuk menyelidiki kerusakan.
3. *Blade, spinner* dan *hub* untuk memeriksa goresan atau cacat lain, gunakan kaca pembesar bila perlu.
4. *Spinner* atau *skrup* lainnya ada tidak longgar.
5. Pelumasan.

Jika propeller mengalami kecelakaan dan kemungkinan masih terdapat kerusakan, maka propeller harus dilepas dan diperiksa. Dengan ini propeller yang diinspeksi harus mengikuti prosedur secara rinci dan lengkap, antara lain :

1. Hub Spider Unit

Periksa kerusakan pada bagian hub pilot tube untuk slip dan periksa juga pada bagian pinggiran roda sebelum digunakan.

2. Bulhead Unit

Periksa pada bagian bulhead untuk mengetahui adanya goresan, karat, retak dan kerusakan. Dan lakukan pemeriksaan bagian starlock housing untuk mengetahui keretakan pada spring, washer dan pin.

3. Clamp Assembly

Periksa semua clamp untuk mengetahui kerusakan pada bagian dalam clamp bolts dan periksa juga pada bagian untuk mengetahui kerusakan atau penyimpangan pada bagian dalam *clamp*.

4. Link Arm
Semua link arm harus diperiksa untuk mengetahui keausan dan harus dirapatkan pada semua pin dan skrup.
5. Slip Ring
Dengan menggunakan penglihatan, periksalah slip ring untuk mengetahui adanya karat dan perbaiki bila perlu. Dan Periksalah juga pelindung dan bagian permukaan slip ring setelah diperbaiki.
6. Spinner Mounting Plate
Periksalah bagian ujung piringan sampai ke poros (mounting plate to hub spider) dan perbaikannya harus sangat bersih dan mengkilat.
7. Composite Blade, untuk composite blade harus diperiksa :
 - a. Blade dan bagian-bagian untuk mengetahui kehilangan atau lepasnya bagian-bagian blade karena erosi dan keretakan.
 - b. Bagian permukaan penutup (leading edge cup) untuk mengetahui adanya keretakan-keretakan atau kelonggaran didalam sesuai dengan ukuran bagian blade, terutama pada bagian sisi permukaan yang berhubungan dengan permukaan blade.
 - c. Bagian blade untuk mengetahui adanya goresan, crack atau kemungkinan-kemungkinan lain yang tidak dapat masuk pada bagian sisi dalam dari bahan komposit.
8. Blade to Clamp, pada bagian ini yang harus diperiksa/dilakukan antara lain :
 - a. Blade to clamp untuk mengetahui kerusakan pada daerah tersebut.
 - b. Periksa beberapa material yang dipindahkan dan memerlukan pelepasan blade.
 - c. Periksa daerah dimana terdapat pengaruh angin untuk mengetahui adanya nick dan kelenturan.
 - d. Dengan penglihatan periksalah bagian blade untuk mengetahui kerusakan atau keausan, juga melakukan pemeriksaan untuk mengetahui adanya cacat dan lakukan perbaikan seperlunya.

3.2 Troubleshooting Guide

Dalam komponen utama pesawat terbang yaitu propeller dapat mengalami suatu masalah (problem), maka dengan ini problem yang terjadi pada propeller dapat dipecahkan atau diuraikan satu persatu dengan mengikuti prosedur yang telah ditentukan dari Propeller Maintenance Manual.

3.2.1 Gesekan Berlebihan

Dalam menyelesaikan permasalahan yang berhubungan dengan gesekan yang terjadi pada propeller, diantaranya :

- a) Kurangnya celah diantara bagian-bagian yang bergerak dalam mekanisme perubahan pitch, jika hal ini terjadi maka periksalah masing-masing bagian yang bergerak untuk mengetahui gangguan kurangnya celah tersebut.
- b) Bola-bola dalam laker terlalu kotor, berkarat atau aus, maka untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan mengganti seluruh bagian blade split-bearing, dan lain halnya bila terjadi pada laker, maka harus mengganti pada bagian laker saja.
- c) Batang pilot yang lepas dan menggeser bagian belakang celah blade, jika batang poros pilot lebih dari ukuran yang telah ditentukan, maka periksalah kembali prosedur kerusakan unit hub speeder dan ikuti prosedur pengantiannya.

- d) Ring “O” tidak terkunci dan blade dapat berputar bebas pada hub, bila hal ini terjadi maka putuskan hubungan antara pengunci blade dengan piston, dengan cara memindahkan kunci penghubung. Kunci dan blade harus berputar pada hub dengan tekanan tangan yang sedang, jika gesekan masih ada maka gantilah ring “O” tersebut.
- e) Kurang pelumas, maka dapat ditambahkan gemuk pada penjepit blade.

3.2.2 Kenaikan RPM atau Torsi

Problem yang terjadi pada rpm atau torsi adalah kenaikan mendadak pada rpm atau torsi tersebut, atau dengan tidak disangka-sangka bahwa putaran akan kencang dengan sendirinya. Maka hal ini kemungkinan penyebabnya adalah :

- a) Gesekan berlebihan pada mekanisme perubahan pitch, jika hal ini yang menyebabkan kenaikan mendadak pada rpm atau torsi, maka dapat diatasi sesuai dengan problem yang terjadi pada mekanisme hub.
- b) Udara terjebak pada propeller atau pada bagian engine, kerja engine propeller, dimana udara yang masuk kedalam sistem berlebih atau tidak sesuai dengan langkah kerja engine, maka engine sebaiknya dapat membebaskan udara keluar dari sistem selama 1½ putaran atau langkah dan sebelum terbang, hal ini untuk mengatasi udara terjebak pada bagian engine propeller.
- c) Kelebihan gerakan dari ring “Beta”, kelebihan ini menyebabkan gangguan getaran pada blok karbon, maka dengan ini periksa ulang gerakan ring “Beta” pada batas tertentu.

3.2.3 Kebocoran Minyak dan Pelumas

Bocornya kedua bahan cair ini yang terjadi pada propeller terdapat beberapa faktor kemungkinan penyebabnya, antara lain :

- a) Kebocoran minyak diakibatkan oleh tiga unsur dan dapat diatasi sesuai dengan problem, diantaranya :
 - 1) Kelonggaran penutup, maka periksa terlebih dahulu permukaan penutup, gunakan bahan penutup hidrolis pada kedudukannya.
 - 2) Kelonggaran penutup, dalam hal ini permukaannya tergores atau koyak pada daerah dimana ditempatkan.
 - 3) Penjepit penutup bergeser, maka pasang yang tepat dan benar.
- b) Kebocoran pelumas, ini kemungkinan penyebabnya ada empat faktor, antara lain :
 - 1) Kerusakan torsi dan kebocoran atau cacat pada wadah pelumas, problem kebocoran wadah pelumas ini harus diganti termasuk tutupnya, dan tenaga putaran tidak melebihi batas. Dalam hal ini, jika rpm melebihi batas maksimum ikatkan kawat pengaman pada tutup wadah pelumas dengan kawat baja dengan ukuran yang telah ditentukan.
 - 2) Kesalahan ring “O” antara penjepit blade dengan poros propeller. Pada problem ini, gunakan ring “O” yang sesuai untuk mengurangi gesekan yang berlebihan yang ada pada problem mekanisme hub.
 - 3) Kebocoran pelumas melalui penjepit blade dan penutup wadah atau packing. Kebocoran ini dapat diatasi dengan mengendurkan penjepit blade dan diganti wadah tersebut serta penutupnya.
 - 4) Kebocoran pelumas antara blade dan penjepit, untuk kebocoran ini dapat diperbaiki dengan pemasangan pengunci pada clamp yang benar, kebenaran ini ditunjukkan dengan lengkapnya ring hijau disekitar bagian pengunci atau dengan angka pasti.

3.2.4 Kelebihan Gerak

Kelebihan gerak yang terjadi pada sistem kerja propeller, yaitu gerakan kedalam dan keluar blade, gerakan kedepan dan kebelakang pada blade, kelebihan getaran yang

terjadi pada propeller dan getaran propeller. Yang dapat diselesaikan dengan beberapa langkah penyelesaian, antara lain :

- a) Kelebihan gerakan kedalam dan keluar blade
Kelebihan gerakan ini dikarenakan batang poros hub rusak, jika problem ini yang terjadi, maka pertama kali harus memperhatikan tabel batas pemakaian. Toleransi dari pabrik dan tanpa pelumas pada penjepit blade dan split bearing, maksimum gerakan kedalam dan keluar adalah tidak lebih dan kurang dari ukuran yang telah ditentukan. Pada gerakan ini harus diperhatikan dengan adanya pelumas pada penjepit blade dan split bearing, seharusnya tidak boleh ada gerakan keluar dan kedalam pada blade.
- b) Kelebihan gerakan kedepan dan kebelakang pada blade
Kelebihan gerakan ini disebabkan oleh perbaikan yang tidak sesuai dengan aturan penggunaan, maka hal ini harus diperkuat oleh technical penerbangan yaitu pembongkaran ulang pada propeller yang harus sesuai dengan prosedur yang telah diberlakukan serta lepas bagian yang tidak perlu atau yang tidak digunakan.
- c) Kelebihan getaran pada propeller
Kelebihan getaran pada propeller, ini dapat diselesaikan dengan beberapa langkah, antara lain :
 - 1) Kelincinan blade pada penjepit, maka periksalah sudut antara blade dan atur sudut tersebut.
 - 2) Penjepit blade rusak, sebelum diganti pada bagian rusak maka periksalah penjepit blade tersebut terlebih dahulu.
 - 3) Bengkok, retak atau kerusakan pada blade, jika hal ini yang menyebabkan, maka cukup dengan melihat cara perbaikan blade tersebut.
 - 4) Keretakan dan kerusakan poros, cara perbaikan poros dengan prosedur standar dapat dilihat pada maintenance manual book.
- d) Getaran propeller berlanjut
Pada getaran propeller berlanjut ini disebabkan oleh terjadinya ketidakseimbangan aerodynamic pada blade, sehingga menghasilkan kelebihan sudut antara blade. Pada permasalahan yang terjadi oleh akibat dari ini, maka para technical atau enggining melakukan pemeriksaan sudut antara blade dan mengatur kembali sudut tersebut.

4. KESIMPULAN

Pemeriksaan propeller umumnya memiliki interval tertentu misalnya 25, 50 atau 100 jam, meliputi :

1. Blade, spiner dan pemakaian lainnya, untuk melihat kelebihan minyak.
2. Bagian blade dan hub untuk menyelidiki kerusakan.
3. Blade, spiner dan hub untuk memeriksa goresan atau cacat lain, gunakan kaca pembesar bila perlu.
4. Spiner atau skrup lainnya ada tidak longgar.
5. Pelumasan.

Maka dengan ini jika propeller mengalami kecelakaan, propeller harus dilepas dan diperiksa sesuai dengan prosedur yang ada dalam maintenance propeller manual book.

5. SARAN

Perbaikan propeller, disarankan untuk melakukan perawatan dengan memperhatikan beberapa hal, antara lain :

1. Dalam pemeriksaan (inspection) dan perbaikan (maintenance) harus mengikuti prosedur yang telah ditentukan dalam *maintenance manual book*.
2. Pemasangan propeller pada pesawat terbang, perlu diperhatikan jarak sentuh untuk menghindari kerusakan dan getaran–getaran pada konstruksi pesawat terbang tersebut.
3. Setiap masalah yang diakibatkan oleh suatu hal pada komponen kecil propeller, maka perbaikannya diharuskan berpedoman pada *maintenance manual book*.

DAFTAR PUSTAKA

1. Atas Tambunan & Haryono Yos L., 1983, Motor Pesawat Terbang.
2. Tower Merrill E., Basic Aeronautics, Aero Publishers, inc., Los Angeles, California, 1952.
3. Skyhawk Cessna Model 172N, Pilot's Operating Handbook, 1998.
4. Maintenance Manual Hartzell Steel Hub Turbin Propeller, Technical Publication.
5. Maintenance Manual for Composite Propeller Blades , Technical Publication.
6. Inspection Procedure Manual, 2000.