

## **RANCANGAN MODIFIKASI ALAT PENARIK BETA SISTEM *PROPELLER HARTZELL* TIPE HC-E4N-3G SERIES DI BALAI BESAR KALIBRASI FASILITAS PENERBANGAN**

**M. Ichwan Ridhani<sup>(1)</sup> Ego Widoro, ST., SSiT., MT<sup>(2)</sup>, M. Subiat Wiranata Kusuma<sup>(3)</sup>**  
Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia Curug-Tangerang

### **ABSTRAK**

Proses pelepasan *propeller hartzell* tipe HC-E4N-3G pada pesawat king air 200 Balai Besai Kaliberasi Fasilitas Penerbangn (BBKFP) dilaksanakan pada perawatan yang terjadwal dan tidak terjadwal. Saat pelepasan dan pemasangan *propeller* dengan menggunakan alat yang tersedia sekarang teknisi sering mengalami kesulitan yaitu diperlukannya tenaga yang besar dan kondisi yang tidak aman saat melakukan penarikan beta sistem *propeller* dikarenakan disain alat tersebut, sehingga perlu dilakukan modifikasi terhadap alat penarik beta sistem *propeller hartzell* tipe HC-E4N-3G. Teori yang berkaitan dengan perancangan modifikasi alat ini antara lain teori perawatan, gambaran umum *propeller hartzell* tipe HC-E4N Series, teori pemilihan bahan, teori beban, teori lingkaran, teori torsi, teori tegangan, teori factor keamanan, dan teori ulir. Perancangan modifikasi alat ini terbagi menjadi beberapa bagian anantara lain: batang penarik, batang ulir penekan, badan ulir penahan, lengan pemutar dan silinder ulir penekan. Berdasarkan hasil perhitungan bahwa seluruh bagian alat menggunakan bahan jenis S45C dan modifikasi alat dengan dimensi seluruh bagian-bagiannya berdasarkan hasil perhitungan berhasil mampu menarik beta sistem *propeller hartzell* tipe HC-E4N-3G.

**Kata Kunci:** Pelepasan dan pemasangan *propeller* pesawat; *propeller hartzell* tipe HC-E4N Series; pesawat king air 200

### **ABSTRACT**

*The removal of HC-E4N-3G type Hartzell propellers at the King Air 200 aircraft own Balai Besar Kalibrasi Fasilitas Penerbangan (BBKFP) is carried out on scheduled and unscheduled maintenance. When removal and installation this propellers using available tools, technicians often have difficulty because requiring large power and unsafe conditions when withdrawing the propeller beta system due to the design of the tool, such need withdrawing tool modifications of HC- E4N-3G type hartzell propeller beta system. Theories relating to modification of this tool include maintenance, hartzell propeller type HC-E4N-3G Series, material selection, load, circle shape, torque, stress, security factor and thread theory. The design of this tool modification is divided into several parts such as puller rod, threaded pressing rod, threaded retaining body, rotating arm and pressing threaded cylinder. Based on the calculation and analysis process all parts of the withdrawing tool are made from S45C material and tool modification with dimensions of all parts according to the calculation and analysis process successfully able to draw HC- E4N-3G type hartzell propeller beta system beta Hartzell propeller.*

**Keywords:** *aircraft propellers removal and installation; hartzell propeller type HC-E4N Series; King Air 200 Aircraft*

## **I. PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Balai Besar Kalibrasi Fasilitas Penerbangan (BBKFP) merupakan badan pemerintahan yang memberikan layanan penerbangan kalibrasi udara baik untuk sipil maupun militer. Cakupan layanan meliputi kalibrasi, peneraan, inspeksi dan pengujian peralatan penunjang transportasi udara seperti alat navigasi, alat bantu pendaratan, radar dan komunikasi penerbangan. Untuk menunjang semua itu BBKFP mempunyai pesawat King Air B200 GT yang menggunakan propeller Hartzell HC-E4N-3G Series Propeller.

Untuk melakukan overhaul 4000 jam pada Hartzell HC-E4N-3G Series Propeller, sesuai dengan propeller manual harus dilakukan pelepasan pada propeller tersebut untuk dapat memeriksa secara menyeluruh pada propeller seperti retakan, kebocoran dan korosi pada propeller.

BBKFP saat ini mempunyai alat khusus yang digunakan untuk menekan propeller hub untuk membantu melepaskan dan memasang propeller. penekanan propeller hub berfungsi memampatkan Sistem beta pegas dan menarik beta ring ke arah Propeller untuk mengekspos propeller tempat pemasangan baut dan washer.

Penekan propeller terdiri dari 5 bagian yaitu batang penarik, batang ulir penekan, badan ulir penahan, silinder ulir penekan, dan lengan pemutar batang ulir penekan. Berdasarkan hasil pengamatan secara langsung alat tersebut mempunyai kekurangan yaitu bengkoknya batang penarik dan sulit pada proses penekanan propeller hub. Bengkoknya batang penarik menjadi salah satu penyebab sulitnya dalam proses penekan propeller dan pada saat proses penekan propeller silinder ulir penekan yang digunakan pada alat sebelumnya tidak menjamin keamanan pada saat proses pelepasan dan pemasangan propeller, sehingga teknisi merasa kesulitan ketika penekan propeller hub dilakukan. Selain itu lengan pemutar batang ulir penekan yang digunakan untuk memutar alat tersebut pendek. Pendeknya lengan pemutar yang digunakan memerlukan tenaga yang besar untuk memutar agar dapat menekan propeller hub dengan kuat. Sedangkan alat bantu yang

manual anjurkan pada saat penarikan Beta sistem propeller Hartzell dapat dimodifikasi pada lengan pemutar yang dapat diatur serta dapat memperbesar torsinya, dan silinder ulir penekan pada alat yang dianjurkan Hartzell tidak sama dengan alat yang ada di BBKFP.

Maka dari itu untuk menyelesaikan permasalahan yang di atas untuk mempermudah dalam pemasangan dan pelepasan propeller dalam penekanan propeller hub dibuatlah penulisan ini dengan judul "RANCANGAN MODIFIKASI ALAT PENARIK BETA SISTEM PROPELLER HARTZELL TIPE HC-E4N-3G SERIES DI BALAI BESAR KALIBRASI FASILITAS PENERBANGAN.

### **B. Pembatasan Masalah**

Dari latar belakang dan Identifikasi masalah di atas, penulis membatasi pembahasan pada "Bagaimanakah rancangan modifikasi Alat penarik Beta sistem Propeller Hartzell tipe HC-E4N-3G Series di Balai Besar Kalibrasi Fasilitas Penerbangan".

### **C. Perumusan Masalah**

Untuk memperjelas masalah, akan dirumuskan masalah tersebut sebagai berikut:

1. Bagaimanakah menentukan besarnya beban ketika penarikan Beta sistem?
2. Bagaimanakah menentukan material yang sesuai dengan beban yang diterima Alat penarik Beta sistem Propeller?
3. Bagaimanakah merancang batang penarik sesuai dengan tegangan pada saat penarikan Beta sistem?
4. Bagaimanakah merancang ulir daya pada batang ulir penekan sesuai dengan beban pada saat proses penekanan?
5. Bagaimanakah merancang Lengan pemutar sebagai lengan pemutar untuk memutar ulir daya?
6. Bagaimana merancang badan ulir penahan bagian penutup ulir daya sesuai terhadap beban yang diterima ulir daya?
7. Bagaimana merancang silinder ulir penekan sesuai dengan beban pada saat penekanan propeller?

## II. LANDASAN TEORI DAN KERANGKA BERFIKIR

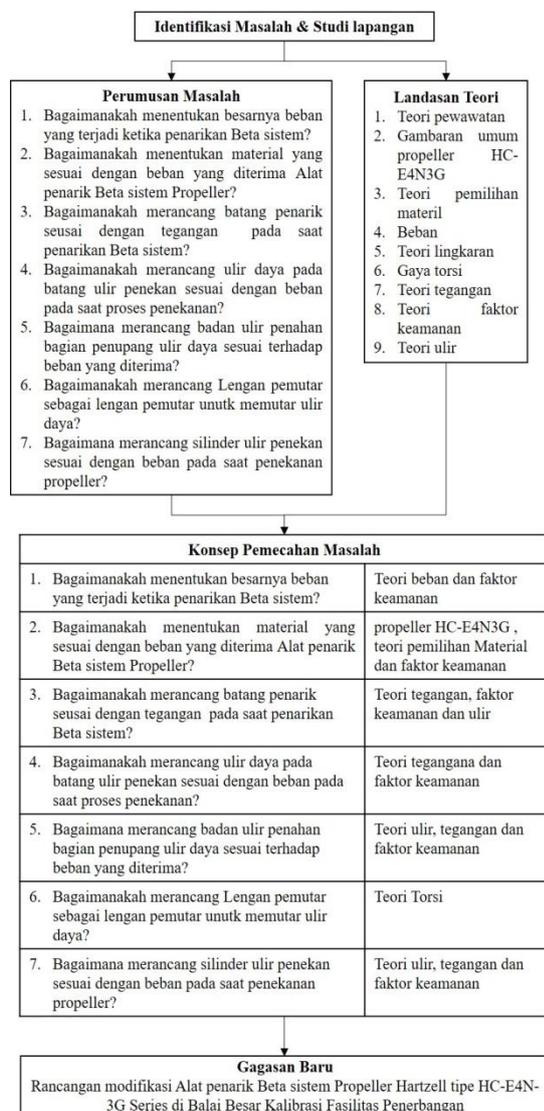
### A. Landasan Teori

Teori-teori yang akan digunakan pada perancangan ini tersebut antara lain:

1. Teori perawatan
2. Gambaran umum propeller hartzell tipe HC-E4N Series,
3. Teori pemilihan bahan,
4. Teori beban,
5. Teori lingkaran,
6. Teori torsi,
7. Teori tegangan,
8. Teori factor keamanan, dan
9. Teori ulir.

### B. Kerangka Berfikir

Kerangka berfikir pada tulisan ini dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1 Kerangka Berfikir

## III. GAMBARAN KEADAAN

### A. Desain perancangan

Perancangan alat bantu penarik dan propeller Hartzell tipe HC-E4N-3G Series bertujuan agar penarikan dan penekanan propeller Hartzell tipe HC-E4N3G Series dapat dilakukan dengan mudah, aman tapi tidak membutuhkan waktu yang lama dan tidak berdampak pada propeller hub Hartzell tipe HC-E4N-3G series pada saat melakukan penekan pada propeller hub. Selain itu bentuk lengan pemutar yang akan dibuat dapat diatur agar memudahkan dalam pengencangan pada saat penekanan propeller hub.

#### 1. Kondisi yang ada

BBKFP memiliki alat yang dipergunakan untuk melepas dan memasang propeller Hartzell tipe HC-E4N-3G series pada pesawat King Air B200. Alat tersebut menggunakan silinder ulir penekan yang sulit untuk digunakan pada saat penekanan propeller hub dan batang penarik yang bengkok menjadi salah satu dari sulitnya proses penekanan pada propeller hub tekanan yang dilakukan oleh batang penekan, selain itu lengan pemutar batang ulir penekan yang digunakan berukuran kecil.

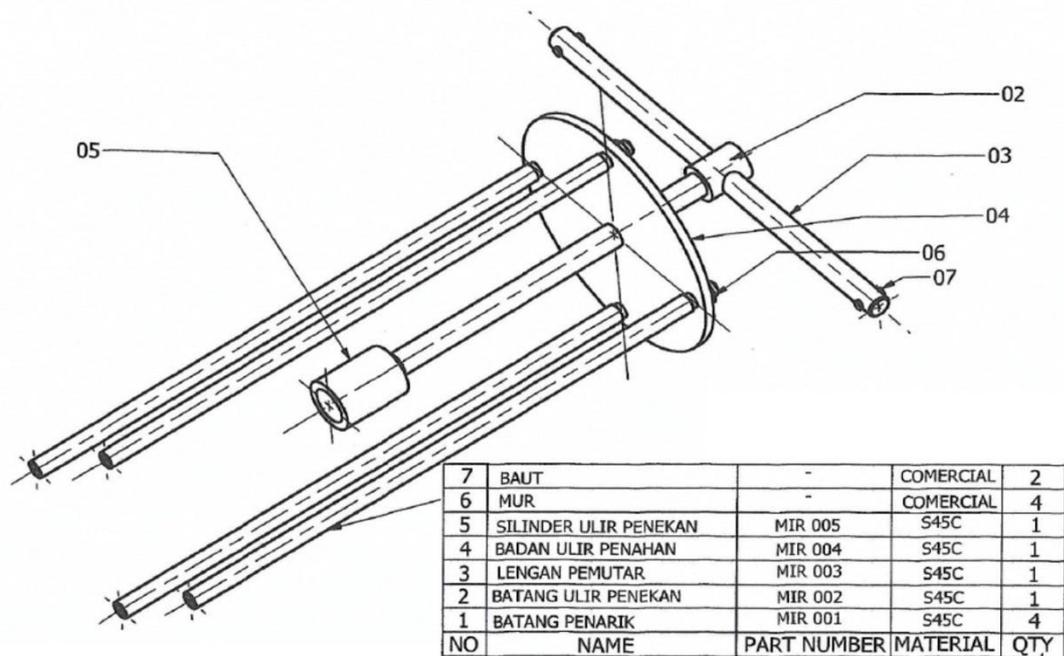
#### 2. Kondisi Yang Diinginkan

Rancangan modifikasi alat bantu pelepas dan pemasangan propeller Hartzell tipe HC-E4N-3G series di BBKFP nantinya akan dibuat sebagai berikut:

1. Menggunakan batang penarik yang lebih kuat.
2. Silinder ulir penekan dibuat mempunyai ulir dalam yang berfungsi sebagai pengikat pada saat penekanan berlangsung.
3. Bentuk lengan pemutar yang dapat diatur sehingga dapat mempermudah pemutaran pada saat penekanan propeller hub.

#### 3. Kriteria Perancangan

Agar tercapai hasil yang diinginkan rancangan akan dibagi menjadi beberapa blok fungsi. Blok fungsi ini mempunyai kriteria perancangan masing – masing. Nama-nama blok fungsi dapat dilihat pada gambar 2 dan kriteria perancangannya dapat dilihat pada tabel 1 berikut:



Gambar 2 Blok Fungsi Rancangan

Tabel 1 Kriteria Perancangan Blok Fungsi

No.	Blok Fungsi dan Kriteria Perancangan
01	<p><b>Batang penarik</b></p> <p><i>Kriteria perancangan:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dapat menahan tegangan pada saat penarikan propeller.</li> <li>2. Dapat menahan berat komponen lain.</li> </ol>
02	<p><b>Batang ulir penekan</b></p> <p><i>Kriteria perancangan:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ulir daya dapat berputar dengan baik.</li> <li>2. Ulir daya dapat bergerak maju dan mundur.</li> </ol>
03	<p><b>Lengan pemutar</b></p> <p><i>Kriteria perancangan:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dapat Mempermudah pemutaran batang ulir penekan.</li> <li>2. Dapat diatur sesuai dengan arah pemutaran. Ulir daya dapat berputar dengan baik.</li> </ol>
04	<p><b>Badan ulir penahan</b></p> <p><i>Kriteria perancangan:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistem penggerak dapat menggerakkan batang ulir penekan maju dan mundur.</li> <li>2. Badan ulir penahan dapat dipasang batang penarik dan batang ulir penekan.</li> </ol>
05	<p><b>Silinder ulir penekan</b></p> <p><i>Kriteria perancangan:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dapat mempermudah dalam proses penekanan propeller hub.</li> <li>2. Dapat lebih aman dalam proses penekanan. maju dan mundur.</li> </ol>

#### IV. PEMBAHASAN

Rancangan alat penarik Beta sistem propeller Hartzell tipe HC-E4N-3G series pada King Air B200 GT ini perancang terdiri beberapa bagian. Rancangan tersebut sebagaimana dapat dilihat pada gambar 2 di atas.

##### A. Tahapan Perancangan

Pada pembahasan tahapan perancangan ini, akan membahas tentang perhitungan yang mendukung perancangan alat penarik Beta sistem propeller hub, berikut adalah tahapan-tahapannya:

##### 1. Menentukan beban untuk Alat penarik Beta sistem Propeller.

Dalam melakukan penarikan terhadap beta ring propeller, beban yang akan diterima penarik beta ring adalah beban hidup dari pegas dan gaya normal pegas. Besaran gaya pegas setelah dilakukan pengujian penarikan sampai beta ring yang berada di belakang propeller tertarik kearah propeller adalah sebesar 33,5 kg (terbaca dari neraca pegas digital) dengan penarikan sejauh 23 mm, hal tersebut cukup untuk memberi celah yang digunakan untuk pelepasan dan pemasangan propeller.

Beban (w) Pegas pada beta ring adalah 33,5 kg. Karena pada setiap perancangan harus diberikan keamanan terhadap pembawa beban, berdasarkan beban hidup dengan material

rancangan adalah baja maka digunakan nilai factor keamanan sebesar 4.

$$\text{FaktorKeamanan} = \frac{\text{BebanMaksimal}}{\text{Beban Rencana}}$$

$$\text{BebanMaksimal} = 4 \times 33,5 \text{ kg}$$

$$\text{BebanMaksimal} = 134 \text{ kg}$$

## 2. Menentukan material rancangan penarik Beta sistem propeller

Material yang akan digunakan pada perancangan ini adalah baja S45C. Baja S45C murah dan mempunyai kekuatan sedang.

Untuk menghitung tegangan izin, diketahui kekuatan luluh dari baja S45C yaitu sebesar 343 MPa, factor safety (fs) yang digunakan adalah 4 dan diketahui  $1 \text{ Mpa} = 0,1019 \text{ kg/mm}^2$ , maka tegangan tarik dari baja S45C adalah:

$$\sigma_{t-allow} = \frac{S_{yt}}{fs}$$

$$\sigma_{t-allow} = \frac{343}{4}$$

$$\sigma_{t-allow} = 85,75 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t-allow} = 8,73793 \text{ Kg/mm}^2$$

dan tegangan gunting atau geser izin dari baja S45C adalah:

$$\tau_{allow} = 0,5 \times \frac{S_{yt}}{fs}$$

$$\tau_{allow} = 0,5 \times 8,73793$$

$$\tau_{allow} = 4,36896 \text{ Kg/mm}^2$$

## 3. Merancang Batang Penarik

Bentuk dari batang ulir penekan menyesuaikan dengan bentuk beta sistem. Tegangan yang terjadi pada batang penarik adalah tegangan tarik. Untuk beban maksimal yang akan diterima batang penarik (W) sebesar 134 kg. beban yang diterima dibagi 4 (jumlah batang penarik berjumlah 4 buah) sehingga masing-masing batang penarik menerima beban (W) sebesar 33,5 kg maka diameter batang penarik adalah:

$$\sigma_{t-allow} = \frac{P}{A}$$

$$\sigma_{t-allow} = \frac{P}{\pi r^2}$$

$$8,73793 = \frac{134}{3,14 \times r^2}$$

$$r^2 = \frac{134}{3,14 \times 8,73793}$$

$$r = \sqrt{4,884}$$

$$r = 2,21 \text{ mm} \approx 3 \text{ mm}$$

Didapatlah jari-jari minimal sebesar 3 mm atau diameter yang dibutuhkan adalah 6 mm. Dikarenakan Bentuk dari batang penarik menyesuaikan dengan jarak antara beta sistem dengan propeller hub sebesar 9 mm dan menyesuaikan dengan bentuk ulir matrik yang ada pada beta sistem sebesar 8 mm dengan pitch 1,25 mm dan panjang batang penarik sebesar 370 mm (melebihi panjang dari propeller hub agar mempermudah dalam proses penekan) dan baja S45C dengan diameter 12 mm menyesuaikan dengan ulir dalam pada beta sistem yang mempunyai diameter 8 mm, maka dalam proses pembuatan ulir dapat dilakukan dan mempermudah proses pembuatan alat.

Jumlah dari batang penarik adalah 4 batang penarik. Tahapan pembuatan batang ulir penarik adalah sebagai berikut:

### a. Menghitung tegangan Tarik batang penarik

Tegangan tarik batang penarik adalah:

$$\sigma_{t-allow} = \frac{P}{A}$$

$$\sigma_{t-allow} = \frac{P}{\pi r^2}$$

$$\sigma_{t-allow} = \frac{33,5}{3,14 \times 6^2}$$

$$\sigma_{t-allow} = 0,293 \text{ Kg/mm}^2$$

Karena tegangan tarik yang terjadi jauh lebih kecil dari tegangan tarik izin baja S45C ( $8,73793 \text{ Kg/mm}^2$ ) yaitu  $0,293 \text{ Kg/mm}^2$ , maka dapat dikatakan baja S45C aman dan kuat untuk digunakan sebagai material dari batang penarik untuk menerima tegangan tarik yang terjadi.

### b. Menentukan diameter ulir atas batang penarik

Untuk menentukan diameter ulir yang digunakan sebagai pengikat antara badan ulir penahan dengan batang penarik adalah sebagai berikut:

$$d = \sqrt{\frac{4W}{\pi \times \sigma_t \times 0,64}}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 33,5}{3,14 \times 8,73793 \times 0,64}}$$

$$d = 2,763 \text{ mm} \approx 3 \text{ mm}$$

Karena diameter batang penarik yang telah ditentukan pada perhitungan terdahulu yaitu 12 mm, maka perancang mengingikan diameter ulir yang dibuat sebesar 10 mm untuk mempermudah dalam proses pengerjaan yang dilakukan di bengkel. dipilihnya diameter 10 mm akan menambah kekuatan dari batang penarik untuk menahan beban yang lebih besar. Selain itu pada saat pemasangan badan ulir penahan dapat ditahan oleh diameter yang lebih besar yaitu 12 mm. Diameter lebih kecil 10 mm akan menahan badan ulir penahan tidak bergerak ke arah propeller dan dapat mempermudah ketika pemasangan silinder ulir penekan pada propeller hub. Setelah mendapatkan diameter yang diinginkan yaitu 10 mm, sesuai dengan spesifikasi ulir maka diameter ulir dalam ( $d_1$ ) adalah 8,188mm, diameter ulir inti ( $d_2$ ) adalah 9,026 mm, tinggi kaitan ( $h$ ) adalah 0,812 mm dan pitch ( $p$ ) adalah 1,5 mm

### c. Menentukan spesifikasi mur pengikat

Untuk menghitung jumlah ulir mur yang dibutuhkan adalah sebagai berikut (tekanan permukaan yang diizinkan  $q_a = 3$ ):

$$z = \frac{W}{\pi \times d_2 \times h \times q_a}$$

$$z = \frac{33,5}{3,14 \times 9,026 \times 0,812 \times 3}$$

$$z = 0,485 \approx 1$$

maka minimum jumlah mur yang dibutuhkan untuk menahan beban 33,5 kg yang diterima ulir batang penarik adalah berjumlah 1 ulir, sedangkan mur yang ada dipasaran setelah diukur mempunyai panjang 6 mm, jika pitch ulir sebesar 1,5 mm berarti terdapat 4 ulir sepanjang 6 mm tebal mur.

### d. Tegangan geser yang terjadi pada bagian atas batang penarik

Untuk menghitung tegangan geser yang terjadi pada bagian atas batang penarik adalah sebagai berikut ( $k = 0,84$ ):

$$\tau_b = \frac{W}{\pi \times d_1 \times k \times p \times z}$$

$$\tau_b = \frac{33,5}{3,14 \times 8,188 \times 0,84 \times 1,5 \times 4}$$

$$\tau_b = 0,259 \text{ kg/mm}^2$$

Sedangkan tegangan pada mur adalah ( $j = 0,75$ )

$$\tau_b = \frac{W}{\pi \times d \times j \times p \times z}$$

$$\tau_b = \frac{33,5}{3,14 \times 10 \times 0,75 \times 1,5 \times 4}$$

$$\tau_b = 0,237 \text{ kg/mm}^2$$

Karena tegangan geser yang terjadi jauh lebih kecil dari tegangan tarik izin baja S45C ( $4,36896 \text{ Kg/mm}^2$ ) yaitu 0,259 dan 0,237  $\text{Kg/mm}^2$ , maka dapat dikatakan baja S45C aman dan kuat untuk menerima tegangan geser yang terjadi.

### e. Menghitung tegangan geser yang terjadi pada ulir dalam bagian bawah batang penarik

Sebelum menghitung tegangan geser yang terjadi pada ulir dalam bagian bawah batang penarik perlu menghitung jumlah ulir yang diperlukan sebagai berikut (nilai  $q_a$ ,  $d_1$  dan  $d_2$  berdasarkan dengan spesifikasi ulir):

$$z = \frac{W}{\pi \times d_2 \times h \times q_a}$$

$$z = \frac{33,5}{3,14 \times 7,188 \times 0,667 \times 3}$$

$$z = 0,730 \approx 1$$

maka minimum jumlah mur yang dibutuhkan untuk menahan beban 33,5 kg yang diterima ulir dalam bagian bawah batang penarik adalah berjumlah 1 ulir, sedangkan panjang beta sistem adalah 15 mm, jika pitch ulir sebesar 1,25 mm berarti terdapat 12 ulir sepanjang 15 mm panjang beta sistem.

Tegangan geser yang terjadi adalah sebagai berikut ( $j = 0,75$  dan  $d = 8 \text{ mm}$ ):

$$\tau_n = \frac{W}{\pi \times d \times j \times p \times z}$$

$$\tau_n = \frac{33,5}{3,14 \times 8 \times 0,75 \times 1,25 \times 12}$$

$$\tau_n = 0,119 \text{ kg/mm}^2$$

Karena tegangan geser yang terjadi jauh lebih kecil dari tegangan tarik izin baja S45C (4,36896 Kg/mm<sup>2</sup>) yaitu 0,119 kg/mm<sup>2</sup>, maka dapat dikatakan baja S45C aman dan kuat untuk menerima tegangan geser yang terjadi.

**4. Merancang batang ulir penekan**

Batang ulir penekan dirancang dengan panjang 255 mm. dipilihnya 255 mm sebagai panjang dari batang ulir penekan agar mempermudah dalam proses penekanan dan menyesuaikan dengan rancangan batang penarik yang telah ditentukan panjangnya sebelumnya. Batang ulir penekan berfungsi sebagai penekan silinder ulir penekan yang akan menekan silinder ulir penekan sesuai dengan beban yang telah didapat dari pengukuran dengan menggunakan neraca pegas digital dan dikali dengan factor keamanan yang sesuai dengan material yang telah dipilih. Untuk menentukan berapa besar ulir pada alat penekan *propeller* sesuai dengan beban yang terjadi pada alat penarik Beta sistem dapat dilihat sebagai berikut:

**a. Menentukan diameter ulir daya pada batang ulir penekan**

Gaya yang dibutuhkan untuk menarik beta ring pada posisinya agar dapat melepas dan memasang propeller adalah 138 kg dan faktor koreksi (*fc*) yang dipilih adalah 2 maka daya rata-rata yang ditransmisikan adalah 138 dikalikan 2, sebesar 268 kg.

Untuk menentukan diameter ulir daya pada batang ulir penekan adalah sebagai berikut:

$$d = \sqrt{\frac{4W}{\pi \times \sigma_t \times 0,64}}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 268}{3,14 \times 8,73793 \times 0,64}}$$

$$d = 7,81 \text{ mm}$$

Untuk mempercepat pergerakan ulir daya maka dipilih nilai pitch sebesar 2 mm dengan diameter ulir sebesar 16 mm sehingga didapat spesifikasi ulir sebagai berikut, diameter dalam ulir (*d<sub>i</sub>*) sebesar 13,835 mm, diameter inti ulir (*d<sub>2</sub>*) sebesar 14,701 mm dan tinggi kaitan sebesar 1,083 mm.

Sudut helix ulir yang digunakan untuk menghitung torsi yang bekerja pada ulir adalah:

$$\tan \alpha = \frac{p}{\pi \times d_2}$$

$$\tan \alpha = \frac{2}{3,14 \times 14,701}$$

$$\tan \alpha = 0,0433 \approx 7,56^\circ$$

Torsi yang terjadi pada ulir adalah sebesar (nilai  $\phi = 10$ ):

$$M_t = \frac{W \times d_2}{2} \times \tan(\phi + \alpha)$$

$$M_t = \frac{268 \times 14,701}{2} \times \tan(10 + 7,56)$$

$$M_t = 623,273 \text{ kg.mm}$$

**b. Menentukan jumlah ulir dalam pada batang penekan**

Jumlah ulir dalam yang dibutuhkan adalah (nilai *q<sub>a</sub>* adalah sebesar 1 kg/mm<sup>2</sup>)

$$z = \frac{W}{\pi \times d_2 \times h \times q_a}$$

$$z = \frac{268}{3,14 \times 14,701 \times 1,083 \times 1}$$

$$z = 5,36 \approx 6 \text{ ulir}$$

Berdasarkan jumlah ulir sebanyak 6 ulir dan pitch sebesar 2 mm maka dibutuhkan panjang sebesar 12 mm.

**c. Menghitung tegangan geser yang terjadi pada batang ulir penekan**

Menghitung tegangan geser yang terjadi pada batang ulir penekan dengan nilai *k* sebesar 0,84 adalah sebagai berikut:

$$\tau_b = \frac{W}{\pi \times d_1 \times k \times p \times z}$$

$$\tau_b = \frac{268}{3,14 \times 13,835 \times 0,84 \times 2 \times 6}$$

$$\tau_b = 0,612 \text{ kg/mm}^2$$

Sedangkan tegangan geser yang terjadi pada ulir dalam dengan nilai  $j$  sebesar 0,75 adalah:

$$\tau_b = \frac{W}{\pi \times d \times j \times p \times z}$$

$$\tau_b = \frac{268}{3,14 \times 16 \times 0,75 \times 2 \times 6}$$

$$\tau_b = 0,592 \text{ kg/mm}^2$$

Karena tegangan geser yang terjadi jauh lebih kecil dari tegangan tarik izin baja S45C ( $4,36896 \text{ kg/mm}^2$ ) yaitu 0,612 dan 0,592  $\text{kg/mm}^2$ , maka dapat dikatakan baja S45C aman dan kuat untuk menerima tegangan geser yang terjadi.

#### d. Menentukan Jumlah Keseluruhan Ulir

Dengan panjang batang sebesar 225 mm disesuaikan dengan proses penekanan dan jarak antara badan ulir penahan dengan propeller hub, maka jumlah ulir yang dibutuhkan adalah:

$$z = H / p$$

$$z = 225 / 2$$

$$z = 107,5$$

#### 5. Merancang Lengan pemutar sebagai lengan pemutar untuk memutar ulir daya

Batang lengan pemutar berfungsi untuk memutar batang berulir. Penghitungan batang lengan pemutar dimaksudkan untuk mendapatkan seberapa panjang batang lengan pemutar yang digunakan berdasarkan besarnya torsi yang terjadi pada ulir dan gaya tangan pada umumnya untuk memutar batang berulir. Panjang batang lengan pemutar dapat dihitung sebagai berikut: (gaya lengan manusia sebesar 36 N atau setara dengan 3,671 kg)

$$l = M / F$$

$$l = 623,273 / 3,671$$

$$l = 169,782 \text{ mm}$$

Untuk memperingan gaya yang dibutuhkan dibuat panjang batang lengan pemutar sebesar 250 mm sehingga gaya yang dibutuhkan untuk memutar batang ulir penekan sebesar 2,493 kg.

#### 6. Merancang Badan Ulir Penekan

Bentuk dari badan ulir penekan menyesuaikan dengan bentuk propeller, karena jarak antara beta ring pada propeller sebesar 145 mm ditentukan diameter dari badan ulir penahan

sebesar 170 mm. Badan ulir penahan berfungsi mengubah tekanan menjadi tarikan pada batang penarik, sehingga tegangan yang terjadi pada batang ulir penekan adalah tegangan lentur. Badan ulir penahan ditahan oleh batang penarik dan didorong oleh batang ulir penekan, maka tegangan yang terjadi pada badan ulir penahan adalah tegangan lentur. mengarah keluar dari propeller yang akan menarik batang penarik yang dipasang pada beta ring, sehingga beta ring tertarik.

Tegangan lentur yang terjadi pada badan ulir penahan adalah: (gaya yang bekerja sebesar 134 kg, jarak titik terluar  $x$  sebesar 72,5 mm)

$$M = 1/4 \times F \times x$$

$$M = 1/4 \times 134 \times 72,5$$

$$M = 2428,75 \text{ kg.mm}$$

Sedangkan tebal badan ulir penahan adalah:

$$\sigma_{t-allow} = \frac{M}{1/6 \times b \times h^2}$$

$$\sigma_{t-allow} = \frac{M}{1/6 \times 145 \times h^2}$$

$$h = \sqrt{\frac{6 \times 2428,75}{145 \times 8,73793}}$$

$$h = 3,391 \text{ mm}$$

Agar rancangan lebih ringan maka bentuk dari badan penahan maka badan ulir penahan sebesar 6 mm yang seharusnya menggunakan tebal 12 mm untuk menyesuaikan ulir batang penekan

$$\sigma_1 = \frac{M}{1/6 \times b \times h^2}$$

$$\sigma_1 = \frac{2428,75}{1/6 \times 145 \times 6^2}$$

$$\sigma_1 = 2,791 \text{ kg/mm}^2$$

Karena tegangan lentur yang terjadi jauh lebih kecil dari tegangan tarik izin baja S45C ( $4,36896 \text{ kg/mm}^2$ ) yaitu 2,791  $\text{kg/mm}^2$ , maka dapat dikatakan baja S45C aman dan kuat untuk menerima tegangan lentur yang terjadi.

#### 7. Merancang Silinder Ulir Penekan

Tegangan yang terjadi pada silinder ulir penekan adalah tekan dan geser dan bentuk dari silinder ulir penekan menyesuaikan dengan bentuk propeller hub. Silinder ulir penekan ini diletakkan pada ujung dari

propeller. besar diameter luar ulir dari propeller hub adalah 24 mm.

**a. Menghitung jumlah ulir silinder ulir penekan yang dibutuhkan**

Diameter luar ulir sebesar 24 mm mempunyai spesifikasi ulir sebagai berikut, diameter dalam ulir ( $d_1$ ) sebesar 22,051 mm, diameter inti ulir ( $d_2$ ) sebesar 20,752 mm, tinggi kaitan sebesar 1,625 mm dan pitch sebesar 3 mm. Jumlah ulir yang dibutuhkan adalah:

$$z = \frac{W}{\pi \times d_2 \times h \times q_a}$$

$$z = \frac{134}{3,14 \times 20,752 \times 1,624 \times 3}$$

$$z = 0,422 \approx 1 \text{ ulir}$$

Karena panjang ulir yang ada pada propeller hub adalah 36 mm dan panjang dari ulir pada silinder ulir penekan dibuat setengah dari panjang ulir pada propeller hub yaitu 18 mm. dipilihnya 18 mm panjang dari ulir adalah untuk menambah kekuatan dari ulir sehingga tidak mudah rusak dan menambah pembagian dari beban sehingga beban yang akan terjadi pada setiap ulir akan semakin kecil. Berdasarkan spesifikasi bahwa nilai pitch ( $p$ ) adalah 3 mm, maka jumlah ulir pada silinder ulir penekan adalah 6 ulir.

**b. Menghitung tegangan terjadi pada silinder ulir penekan**

Tegangan geser yang terjadi pada ulir dalam adalah: ( $j = 0,75$ )

$$\tau_b = \frac{W}{\pi \times d \times j \times p \times z}$$

$$\tau_b = \frac{134}{3,14 \times 24 \times 0,75 \times 3 \times 6}$$

$$\tau_b = 0,132 \text{ kg/mm}^2$$

Sedangkan tegangan tekan yang terjadi pada ulir dalam adalah:

$$q = \frac{W}{\pi \times d_2 \times h \times z}$$

$$q = \frac{134}{3,14 \times 22,051 \times 1,624 \times 6}$$

$$q = 0,198 \text{ kg/mm}^2$$

Karena tegangan geser dan tekan yang terjadi jauh lebih kecil dari tegangan geser dan tekan izin baja S45C (4,36896 dan 8,73793  $\text{kg/mm}^2$ )

yaitu 0,132 dan 0,198  $\text{kg/mm}^2$ , maka dapat dikatakan baja S45C aman dan kuat untuk menerima tegangan geser yang terjadi.

**B. Interpretasi Hasil Uji Coba**

Setelah dilakukan uji coba rancangan menarik Beta sistem dan menekan propeller hub sebagai alat bantu dalam pelepasan dan pemasangan propeller Hartzell tipe HC-E4N-3G Series pada pesawat King Air B200 GT dengan hasil sebagai berikut:

1. Seluruh bagian blok fungsi bekerja sesuai dengan kriteria perancangan.
2. Alat hasil modifikasi berhasil memecahkan masalah sesuai dengan perumusan masalah

**V. KESIMPULAN DAN SARAN**

**A. Kesimpulan**

1. Beban untuk penarikan Beta sistem pada pesawat King Air B200 GT adalah 138 kg
2. Digunakanlah baja S45C sebagai material yang tepat untuk alat penekan propeller.
3. Bentuk dari Batang penarik menyesuaikan dengan dimensi propeller. *Bagian atas*, diameter ulir 8 mm dan mur yang digunakan mempunyai jumlah ulir yaitu 4 ulir, tegangan yang terjadi pada baut dan mur masih dalam batas tegangan yang diizinkan untuk jenis bahan yang telah dipilih. *Bagian bawah*, dari batang penarik mempunyai spesifikasi ulir yang sama yaitu 8 mm, tegangan geser yang terjadi masih dalam batas tegangan yang diizinkan untuk jenis bahan yang telah dipilih.
4. Pada batang ulir penekan Jenis ulir yang digunakan adalah ulir jenis persegi dengan diameter ulir luar ulir sebesar 16 mm dengan jarak bagi sebesar 2 mm dengan jumlah ulir luar pada batang ulir daya yaitu 107,5 ulir dan ulir dalam pada dudukan penarik sebanyak 6 ulir yang mampu menahan dan meneruskan beban sebesar 268 kg.
5. Panjang Lengan pemutar didapatkan sebesar 250 mm.
6. Bentuk dari Badan ulir penahan menyesuaikan dengan bentuk dari propeller. badan ulir penahan berdiameter 170 mm dan tebal dari badan ulir penahan didapat 6 mm. tegangan yang terjadi pada badan ulir penahan masih dalam batas tegangan yang diizinkan untuk jenis bahan yang telah dipilih.

7. Bentuk dari silinder ulir penekan menyesuaikan dengan bentuk propeller hub yang mempunyai diameter ulir 24 mm, tegangan yang terjadi pada silinder ulir penekan masih dalam batas tegangan yang diizinkan untuk jenis bahan yang telah dipilih.

#### **B. Saran**

1. Untuk penentuan beban yang akan diterima penggunaan alat pengukur beban yang akan diterima sebaiknya menggunakan alat yang telah dikalibrasi dan standar
2. Penggunaan material pada rancangan bisa diganti dengan material yang lebih ringan dari baja S45C tetapi tetap kuat
3. Panjang Batang ulir penarik sebaiknya lebih kecil dari pada batang penarik yang telah dirancang, sehingga pada saat proses pemasangan batang ulir penekan dan badan ulir penahan pada batang penarik tidak banyak memutar lengan pemutar agar sesuai dengan panjang batang penarik.
4. Batang ulir penekan sebaiknya menggunakan ulir persegi sehingga pada saat penekanan akan lebih cepat.
5. Lengan pemutar sebaiknya menggunakan baja stainless sehingga tidak mudah terkena karat.
6. Material dari Batang ulir penahan sebaiknya menggunakan material yang lebih ringan dan kuat.
7. Penggunaan material pada silinder ulir penekan bisa diganti dengan material yang lebih lunak dari pada silinder ulir penekan sehingga tidak merusak komponen pada propeller hub.

7. <https://id.wikipedia.org/wiki/Torsi>
8. Khurmi, R., S. & Gupta, J., K. (2005). A Text Book of Machine Design. New Delhi: Eurasia Publishing House Ltd.
9. Putra, B.I. et al. (2008). Elemen Mesin untuk Teknik Industri. Yogyakarta: Graha Ilmu
10. Sularso & Kiyokatsu, S. (2002). Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
11. Young & Freedman, Fisika Universitas Edisi kesepuluh Jilid 1. Jakarta: ERLANGGA

#### **DAFTAR PUSTAKA**

1. Air Service Training (Engineering) limited (2013). B07 Maintenance practices. Perth: Brahan Building.
2. Civil Aviation Safety Regulations (CASR) (2006): Part 01. Definition and Abrivations, Jakarta, DGCA
3. Dahlan, D & Trisno, D. (2012), elemen mesin, Jakarta; Citra Harta Prima.
4. Hartzell propeller(2010), Propeller owner's manual and logbook manual No.147 revision 4, Hartzell
5. <http://hartzellprop.com/faq/technical-questions/>
6. [https://id.wikipedia.org/wiki/Berkas:Circle\\_Area.svg](https://id.wikipedia.org/wiki/Berkas:Circle_Area.svg)