

PERHITUNGAN KEKUATAN SPI POROS PADA PENGUJIAN MODEL KAPAL

Strength Calculation of Shaft Pin by Model Testing

Suyadi¹

¹Balai Teknologi Hidrodinamika, Surabaya.

Email: suyadi1suyadi@gmail.com

Diterima: 23 November 2015; Direvisi: 18 Desember 2015; Disetujui: 1 Maret 2016

Abstrak

Pasak terbuat dari baja lunak (*mild steel*), berfungsi sebagai pengunci yang disisipkan diantara poros dan *propeller* agar keduanya tersambung dengan pasti sehingga mampu meneruskan momen puntir/torsi, oleh sebab kajian teknis tentang besarnya gaya, torsi dan tegangan diperlukan dalam memprediksi kekuatan dan umur pakai pasak tersebut. Untuk mendapatkan kekuatan pasak dan umur pakai pasak tersebut dilakukan analisa pada proses uji *self propulsion* dimana variabel yang dipilih adalah putaran mesin yang merupakan parameter sangat berpengaruh terhadap perubahan gaya, torsi dan tegangan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa untuk proses uji *self propulsion* Kapal Patroli Cepat 60 meter, pada putaran mesin 2813 rpm dan 3043 rpm pasak beroperasi pada kondisi normal, sedangkan pada putaran mesin 1213 rpm pasak beroperasi pada kondisi ekstrim dimana torsi yang timbul 43 Nm sehingga gaya yang dipikul oleh pasak 8601 N, menghasilkan tegangan sebesar 44.2 Ksi dan umur pakai pasak 70 hari operasional pasak atau 3.5 bulan kalender.

Kata kunci: gaya, torsi, tegangan, poros model propeller, pasak

Abstract

Pegs made of soft steel (mild steel), serves as a lock that is inserted between the shaft and propeller so that they connect with certainty so that they can pass on the torque/torque, because of technical studies on the magnitude of force, torque and tension needed to predict the strength and lifespan The pegs. To gain strength and lifespan pegs the analysis on the process of self-propulsion test where the selected variables are engine speed is very influential parameter to change the style, torque and strain. The results showed that for the test process of self propulsion vessel Fast Patrol 60 Meter, at 2813-3043 rpm of the engine rotation, pegs operate under normal conditions, while the engine turns 1213 rpm pegs operate in the extreme condition which is resulting torque is about 43 Nm and the pegs has 8601 N internal force, The resulting strain of 44.2 Ksi and lifespan pegs peg 70 operating days or 3.5 months of the calendar.

Keywords: force, torque, stress, propeller model shaft, pegs

PENDAHULUAN

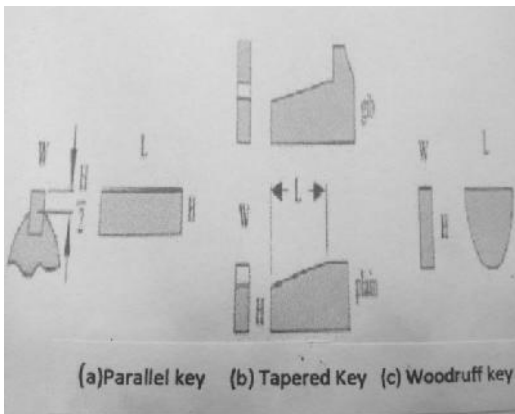
Pada fasilitas *work shop* di Balai Teknologi Hidrodinamika Surabaya (BTH) dilengkapi mesin *frais* berfungsi untuk membuat alur pada poros dan *propeller*. Pembuatan alur-alur tersebut untuk menempatkan pasak, sehingga pasak berfungsi menghubungkan antara bagian penggerak (poros) dan

propeller, poros model baling-baling yang merupakan fungsi utama dari pelaksanaan model uji *self propulsion*. Keuntungan penggunaan pasak adalah mudah untuk dipasang dan ukurannya telah distandarkan diameter poros, pasak juga terpasang pada lokasinya secara akurat mudah dilepas dan diperbaiki. Kekurangan penggunaan pasak adalah

tidak bisa menahan pergerakan aksial dan memungkinkan terjadinya *backlash* dan beban dampak, karena adanya rongga antara pasak, poros dan propeller, untuk menghilangkan efek tersebut, digunakan skrup pengencang dan dipasang pada *propeller* 90° terhadap pasak.

Poros *propeller* berfungsi untuk memindahkan atau meneruskan tenaga dari transmisi ke *propeller* sehingga *propeller* bisa berputar. Poros dibuat dari pipa baja atau *stainless steel* yang memiliki ketahanan terhadap gaya puntiran atau bengkok. Material pasak harus lebih lunak (memiliki kekuatan mulur lebih kecil) dibandingkan material poros dan *propeller*.

Standar pengelompokan pasak berdasarkan bentuk dan dimensinya. Pasak paralel berpenampang segi empat dengan tinggi dan lebar konstan pada arah memanjang, Gambar 1.(a). Pasak miring mempunyai lebar konstan dengan tinggi bervariasi secara linier pada arah memanjang dengan kemiringan 1/8 inch per foot dan dipasang pada alur miring sampai terkunci Gambar 1.(b). Pasak *woodruff* berbentuk setengah lingkaran dengan lebar konstan, dipasang pada alur pasak yang juga berbentuk setengah lingkaran Gambar 1.(c).



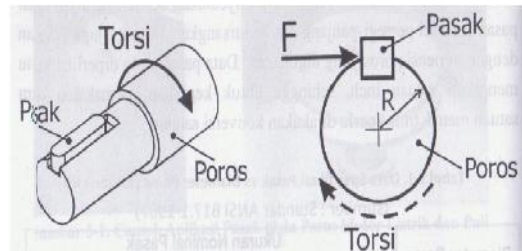
Gambar 1. Macam-macam pasak

Menurut ASME, definisi pasak adalah elemen mesin yang bersifat bisa dibongkar pasang. Apabila pasak dipasang pada alurnya akan mempunyai kegunaan untuk mentransmisikan torsi antara poros dan *propeller*.

Oleh sebab itu pasak harus dibuat halus dengan ketelitian tinggi sesuai dengan Standart Nasional (SN) dan ISO (*Internasiona Standard Organisation*) untuk mengurangi terjadinya dampak dan *backlash*.

Gaya-gaya yang bekerja pada pasak dan poros seperti diperlihatkan Gambar 2. *F* adalah gaya tangensial berupa gaya geser yang terjadi pada pasak, sehingga timbul torsi pada pasak, gaya

orong kebawah (*trust force*), *F_t*, bekerja pada garis normal yaitu tegak lurus terhadap benda kerjasehingga timbul momen bending. maka kedua gaya tersebut perlu dianalisa untuk mengetahui besarnya tegangan yang terjadi untuk mengetahui batas operasional pasak, agar bekerja dengan aman sehingga kerusakan pada pasak dapat dihindarkan.



Gambar 2. Gaya pada poros dan pasak

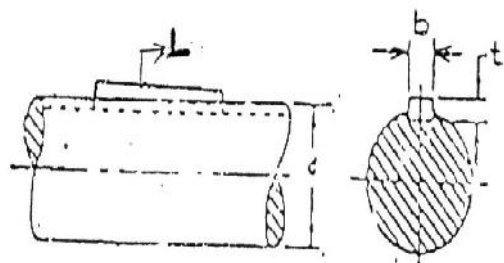
DASAR TEORI

Poros *propeller* merupakan salah satu bagian terpenting dari instalasi penggerak kapal. Putaran mesin ditransmisikan ke propeller melalui pasak yang dipasang pada poros, maka pasak sangat mempengaruhi kerja mesin bila terjadi kerusakan. Bila direncanakan poros tersebut mampu memindahkan daya sebesar *P* (kW) dengan putaran (*n*) rpm, maka sudah barang tentu pasak yang akan direncanakan tersebut juga harus mampu meneruskan daya dan putaran, sehingga besar torsi (*T*) yang bekerja pada poros yaitu:

$$T = \frac{60.P}{2.n} \quad (1)$$

$$\text{atau} \quad T = 16 \frac{p}{p}^3 \quad (2)$$

dimana : *p* = daya yang akan dipindahkan (watt)
n = putaran dalam (rpm)
d = Diameter poros
p = Tegangan puntir yang diizinkan untuk bahan poros



Gambar 3. Contoh dimensi pasak

Dalam perencanaan pasak, besar torsi yang terjadi lebih besar dari torsi yang harus dipindahkan yaitu :

$$T_p = k \cdot T \tag{3}$$

dimana : T_p = Torsi untuk perencanaan pasak

T = Torsi yang bekerja pada poros

k = Faktor perencanaan = 1.25 s/d 1.5

Bila diameter poros serta Torsi untuk perencanaan pasak telah diketahui, maka gaya keliling yang bekerja pada pasak dapat dicari yaitu :

$$F = \frac{T_p}{d/2} \tag{4}$$

dimana : d = diameter poros

Dalam perencanaan pasak, ada dua kemungkinan pasak tersebut rusak atau putus :

- a. Putus akibat gaya geser
- b. Putus akibat tekanan bidang

Bila pasak tersebut diperhitungkan kemungkinan putus akibat gaya geser maka :

$$F = L \cdot b \tag{5}$$

$$F = L \cdot b \tag{6}$$

dimana :

A = Luas penampang kemungkinan putus tergeser

$A = L \cdot b$

L = panjang pasak

b = lebar pasak

F = Tegangan geser yang diizinkan untuk bahan pasak

Dari persamaan (4) dan (6) diperoleh:

$$T_p \cdot 2/d = L \cdot b \tag{7}$$

$$T_p = L \cdot b \cdot d/2 \tag{8}$$

Bila diperhitungkan kemungkinan rusak akibat tekanan bidang:

$$F = A \tag{9}$$

dimana :

F = Tegangan bidang yang diizinkan untuk bahan pasak

A = Luas bidang pasak yang menekan/bersinggungan terhadap bidang poros

$A = L \cdot t/2$

$$F = L \cdot t/2 \tag{10}$$

dimana :

$$T_p = F \cdot d/2$$

$$T_p = L \cdot t/2 \cdot d/2 \tag{10}$$

Bila pasak harus mampu menahan gaya geser dan gaya tekan, maka dari persamaan (3) dan (4) diperoleh:

$$\begin{aligned} L \cdot b \cdot d/2 &= L \cdot t/2 \\ b &= t/2 \\ &= t/2 \cdot b \end{aligned} \tag{11}$$

Untuk ukuran lebar dan tebal pasak biasanya sudah distandarisasi maka hasil perhitungan harus dipilih ukuran yang ada pada standarisasi. Bila hasil perhitungan, ukurannya tidak ada yang cocok dalam tabel pasak, maka ukuran pasak yang diambil adalah ukuran yang lebih besar.

Di bawah ini dicantumkan ukuran lebar dan tebal pasak, sesuai dengan standart yang dipasaran

Tabel 1. Standart pasak menurut IS: 2292 dan 2293

Diameter poros (m)	Penampang pasak	
	Lebar (m)	Tebal (m)
□ □	□	□
□ □	□	□
□ □	□	□
□ □	□	□

Pemilihan bahan poros dan pasak perlu diketahui untuk menentukan umur pasak, pada umumnya pasak terbuat dari baja lunak yaitu baja karbon rendah AISI 1020 **Low carbon steel** seperti ditunjukkan pada Tabel.2 sedangkan poros terbuat dari baja karbon tinggi, seperti ditunjukkan pada Tabel.3

Tabel 2. Properties tegangan untuk material baja AISI 1020 **low carbon steel** bahan pasak (Roylance, 2008)

Mechanical properties	Metric	Imperial
Tensile Strength, Ultimate	394,72 MPa	57249 psi
Tensile Strength, Yield	294,74 Mpa	42748 psi

Tabel 3. **Properti** tegangan untuk material baja SAE-AISI 1020 (S20C, C22, G10200) **carbon steel** bahan poros (Roylance, 2008)

Mechanical properties	Metric	Imperial
Tensile Strength, Ultimate	450 MPa	65000 psi
Tensile Strength, Yield	370 Mpa	54000 psi

METODOLOGI

Metodologi yang dipakai berdasarkan pada Studi pustaka dan pengamatan lapangan pengamatan tersebut dimaksudkan untuk mendapatkan dimensi

pasak dengan permukaan halus dan untuk mendapatkan umur pakai pasak pada proses uji self propulsi, prosedur pengamatan meliputi :

1. Pemilihan bahan poros *propeller* (*stainless steels*) SAE-ASI 1020 *carbon steel* dan pasak 1020 *low carbon steel* yang ada dipasaran
2. Dilakukan perhitungan matematis untuk analisa tegangan dengan *variable* putaran dinamo meter. berdasarkan hasil perhitungan dari persamaan (1) s/d (11).

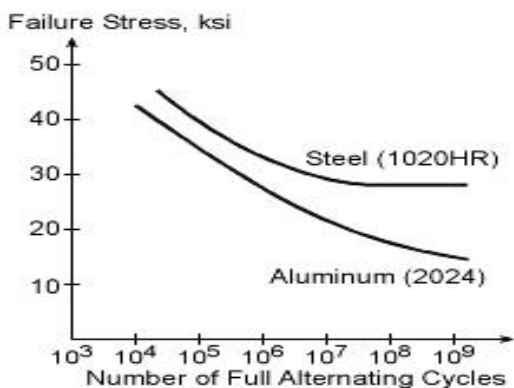
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan pasak pada model poros *propeller* untuk pengujian kapal di Laboratorium BTH yang dikerjakan pada bengkel mekanik, material pasak terbuat dari baja karbon rendah dan bahan poros *propeller* terbuat dari baja karbon tinggi (AISI 1020).

Dimana pada proses pembuatan alur pada poros dan propeller menggunakan mesin *frais*, sedangkan pembuatan pasak persegi panjang dengan penampang bujur sangkar dilakukan dengan kerja bangku (manual).

Tabel 4. Perhitungan gaya,torsi dan tegangan

Hasil perhitungan				David Roylance (2008)
	1213 rpm	2831 rpm	3043 rpm	
F	8601 N	3684 N	3425 N	
Tp	43 Nm	18.42 Nm	17.12 Nm	
τ_g	153.1Mpa 22.1 Ksi	65.78 Mpa 9.50 Ksi	61.1 Mpa 8.82 Ksi	42.748 Ksi
D	306.2 Mpa 44.2 Ksi	131.6 Mpa 19 Ksi	122 Mpa 17.58 Ksi	42.748 Ksi



Gambar 4. Grafik S-N (Ateia, 2009)

Pada uji *self propulsi* KPC 60 PAL diperoleh data dimensi pasak adalah panjang 14 mm, lebar 4 mm dan tinggi 4 mm, diameter model poros *propeller* 10 mm, putaran poros (1213 rpm, 2831 rpm dan 3034 rpm), daya mesin 3640 watt.

Perhitungan dibuat dengan mengimplementasikan Persamaan (1) s/d (11) maka hasilnya hasil yang diperoleh diperlihatkan pada Tabel 4.

Untuk memudahkan pembahasan, maka dibuatkan Tabel 4 yang menunjukkan perhitungan dan pengamatan lapangan. Dengan variabel putaran mesin, sehingga didapat gaya, torsi, tegangan geser dan tegangan bidang.

Pada Tabel 4, grafik S-N, diperoleh data yaitu untuk putaran mesin 2831 rpm didapat tegangan 19 ksi, untuk putaran 3043 rpm tegangan dari resultan gaya 17,58 ksi, jadi proses uji *self propulsi* pada kedua putaran tersebut berjalan normal karena posisinya masih berada dibawah garis grafik S-N *steel* 1020. Sedangkan untuk putaran mesin 1213 rpm, posisinya memotong grafik S-N dengan nilai tegangan 44.2 ksi (Tabel 4). Penggunaan uji *self propulsi* di BTH rata-rata pemakainnya 4 jam/hari dengan putaran mesin 1213 rpm maka didapat umur pasak 70 hari, ini berarti pasak beroperasi pada kondisi ekstrim, hal tersebut menyebabkan pasak menjadi patah/rusak. Maka disarankan pada proses uji *self propulsi* tersebut menggunakan putaran mesin diatas 1213 rpm.

KESIMPULAN

Untuk melakukan pekerjaan self propulsi pada uji poros model *propeller*, hal yang harus diperhatikan adalah terjadinya tegangan pada pasak karena pengaruh putaran dari mesin dinamo meter yang dapat menyebabkan rusaknya pasak atau pasak menjadi patah.

Untuk pemilihan material poros model *propeller* berupa baja stinless dan jenis pasak yaitu HSS/1020, maka disarankan untuk memilih putaran mesin diatas 1213 rpm. Karena pada putaran tersebut torsi yang dihasilkan oleh dinamometer sangat besar (43 Nm) sehingga gaya yang dipikul oleh pasak sangat besar (8601 N). Hal ini akan mempengaruhi umur pakai dari pasak. Untuk kecepatan putaran 1213 rpm tersebut, pasak mengalami tegangan kerja sebesar 44.2 ksi, berarti melebihi batas tegangan luluh materialnya yaitu sebesar 42.75 ksi. Untuk kondisi ekstrim ini pasak sanggup beroperasi hingga 70 hari kerja atau 3.5 bulan kalendar.

Sekiranya perlu juga dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh torsi,gaya dan tegangan pada pasak terhadap putaran mesin dinamometer yang menyebabkan pasak menjadi patah sebelum umur pakai terlampaui.

DAFTAR PUSTAKA

- Amstead, B. H., dkk. (1977). *Manufacturing Processes*, John Wiley and Sons, New York.
- Anton, C. N. (2012). *Toleransi dan Suaian*. <http://teknik-manufaktur.blogspot.co.id>.
- Ateia, Alaa A. (2009). *Manufacturing Processes II 3rd Materials Engineering*. <https://www.scribd.com/document/25462659/Manufacturing-Processes-Cutting-Tool>.
- Paryanto. (2000). *Proses Pembubutan Logam*. [http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/\(PPt\)%20Materi%202.%20Proses%20Kerja%20Bubut%20\(Turning\).pdf](http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/(PPt)%20Materi%202.%20Proses%20Kerja%20Bubut%20(Turning).pdf).
- Rochim, Taufiq. (1993). *Teori dan Teknologi Proses Pemesinan*, Lab. Teknik Produksi, Jurusan Teknik Mesin FTI-ITB.
- Roylance, David. (2008). *Mechanical Properties of Material*. MIT.
- Tim Fakultas Teknik Mesin Universitas Negeri Yogyakarta. (1997). *Modul Menggerinda Pahat dan Alat Potong*.

Halaman Kosong