

**PENGUNAAN PASAK PELEPAH SAGU SEBAGAI ALTERNATIF ALAT
SAMBUNG PADA KONSTRUKSI KAYU****Risky Sawaluddin¹⁾, Fredy Picauly¹⁾, Abraham Tuanakotta¹⁾**^{1,2,3)}Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ambon¹⁾risky130100@gmail.com ²⁾fredy.picauly@gmail.com ³⁾tuanakottaabraham@gmail.com**ABSTRACT**

Stakes have long been known as a joint tool in wooden construction made using wood that has high shear and bending resistance, because hardwood is starting to be scarce, so this test is carried out to find other alternative materials as a substitute for wooden pegs that have high resistance, knowing how much shear strength is obtained in sago frond pegs, and the influence of pegs with variations in wood thickness on the size of the shear strength. The research method used is experimental, which is an experimental method in which an experiment is carried out to obtain information about something being experimented. This research was carried out in the Laboratory of the Department of Civil Engineering, Ambon State Polytechnic, using sago fronds as a sample in the test. The data collection technique used is experimental on test objects. The results of the shear strength test obtained on the sago frond peg at the base width of 20 mm were obtained that the average shear strength was 40,103 MPa, the width of the 30 mm base was 44,821 MPa and the width of the 40 mm base was 47,652 MPa, so it can be concluded that the shear strength is affected by the size of the support, the larger the base the greater the shear force received.

ABSTRAK

Pasak sudah lama dikenal sebagai alat sambung pada konstruksi kayu yang dibuat dengan menggunakan kayu yang memiliki ketahanan geser dan lentur yang cukup tinggi, karena kayu keras mulai langka maka pengujian ini dilakukan untuk mencari bahan alternatif lain sebagai pengganti pasak kayu yang memiliki ketahanan tinggi, mengetahui berapa besar kuat geser yang didapat pada pasak pelepah sagu, dan pengaruh pasak dengan variasi tebal kayu terhadap besar kecilnya kuat geser. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental yaitu suatu metode eksperimen yang didalamnya dilakukan suatu percobaan untuk mendapatkan informasi terhadap suatu yang dieksperimenkan. Penelitian ini dilaksanakan pada Laboratorium Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ambon, dengan menggunakan pelepah sagu sebagai sampel pada pengujian. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah eksperimental terhadap benda uji. Hasil pengujian yang kuat geser yang diperoleh pada pasak pelepah sagu pada lebar tumpuan 20 mm diperoleh rata – rata kuat geser adalah 40.103 Mpa, lebar tumpuan 30 mm adalah 44.821Mpa dan lebar tumpuan 40 mm adalah 47.652Mpa, sehingga dapat disimpulkan bahwa kuat geser dipengaruhi oleh besarnya tumpuan, semakin besar tumpuan maka semakin besar gaya geser yang diterima.

Kata kunci: Pasak Sagu, Sagu, Uji Kuat Geser.

1. PENDAHULUAN

Pada sebuah konstruksi kita tidak terlepas dengan yang namanya sambungan. makna dari sambungan itu sendiri tidak jauh berbeda dengan apa yang kita jumpai dalam keseharian kita. Sambungan yaitu menghubungkan antara benda satu dengan benda yang lain. Alat penyambung yang digunakan tergantung pada jenis dan bahan struktur rangka batang yang digunakan. Pada struktur rangka baja umumnya digunakan alat penyambung berupa baut, las, paku keling dan klem. Sedangkan pada konstruksi kayu digunakan alat penyambung berupa paku, tali, baut, klem dan pasak.

Masing-masing alat penyambung tentunya digunakan sesuai dengan kebutuhan dan fungsi dari struktur yang akan dibangun, karena masing-masing alat penyambung memiliki spesifikasi, kelebihan dan kekurangan.

Pasak sendiri sudah lama dikenal sebagai alat sambung pada konstruksi kayu. Alat sambung pasak berbentuk persegi atau lingkaran, umumnya yang digunakan berbentuk lingkaran, karena lebih mudah dalam pembuatan lubang dengan menggunakan bor, ukuran pasak digunakan sesuai dengan ukuran lubang pada batang kayu yang akan disambung. Pada struktur konstruksi kayu, penggunaan pasak sebagai alat sambung ternyata memiliki efisiensi yang lebih tinggi dari pada paku dan baut.

Pasak sering dibuat dengan menggunakan kayu yang mempunyai ketahanan geser dan lentur yang cukup tinggi. Selain itu kecocokan bahan yang digunakan untuk pasak dengan sambungan berpengaruh terhadap perubahan suhu dan kelembapan yang menyebabkan sambungan akan lebih optimal. Sehingga pada saat perubahan suhu dan kelembapan meningkat, sifat fisik dan mekanik pasak juga meningkat. Penggunaan pasak berbahan kayu lebih hemat energi, waktu, dan aman terhadap kondensasi dibandingkan dengan menggunakan yang berbahan logam.

Dengan menggunakan alternatif bahan lain yang dapat digunakan sebagai pasak maka pembuatan pasak harus memanfaatkan hasil alam yang mudah didapat dan dikelola dengan mudah dan tingkat ketahanan yang efisien.

Karena ketersediaan kayu keras mulai terbatas, maka dalam penelitian ini dicoba menggunakan pasak dari pelepah pohon sagu sebagai alternatif pengganti pasak kayu. Diharapkan pasak pelepah sagu layak untuk dijadikan sebagai pasak pada sambungan konstruksi kayu.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Prasetyo, 2016, meneliti tentang Pasak Bambu sebagai Alternatif Alat Sambung Struktur Kayu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan satu buah baut baja sebanding dengan 2,5 buah pasak silindrik. Suryadi, 2019, meneliti tentang Kapasitas Sambungan Kayu Tampang Dua dengan Variasi Sudut menggunakan Pasak Kayu di lapis Perikat. benda uji

dalam penelitiannya menggunakan kemiringan sudut 0°,30°,45°,60° dan 90°. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar sudut sambungan, kekuatan sambungan semakin kecil.

2.1 Klasifikasi Alat sambung

Berdasarkan interaksi gaya-gaya yang terjadi pada sambungan, alat sambung dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok. Kelompok pertama adalah kelompok alat sambung yang kekuatannya berasal dari interaksi antara kuat lentur alat sambung dengan kuat desak atau kuat geser kayu. Kelompok yang kedua adalah kelompok alat sambung yang kekuatan sambungannya ditentukan oleh luas bidang dukung kayu yang disambungkannya. Alat sambung paku, baut dan pasak kayu termasuk pada kelompok alat sambung jenis pertama, sedangkan pasak kayu Koubler, cincin belah (split ring), pelat geser, spikes grid, single atau doublesided toothed plate, dan toothed ring termasuk pada kelompok alat sambung jenis yang kedua. Pada kelompok alat sambung jenis kedua, umumnya baut masih tetap dipergunakan dengan maksud agar sambungan dapat rapat sehingga alat sambung seperti cincin belah, pasak kayu Koubler, dan lain-lain dapat berfungsi dengan baik.

Hoadley (2000) menyatakan bahwa diperkirakan sekitar 75.000 alat sambung/pengikat, utamanya paku, digunakan setiap rumah. Paku umumnya digunakan untuk menahan beban yang ringan, seperti pada konstruksi rangka ringan, diafragma dan dinding geser (shear wall). Sementara itu baut, digunakan untuk menahan beban dengan jarak relative besar yang perlu diteruskan melalui sebuah sambungan, juga digunakan pada konstruksi kayu berat dan konstruksi rangka ringan untuk mengantisipasi beban yang besar.

a. Paku

Paku merupakan alat sambung/pengikat mekanis yang paling umum digunakan dalam konstruksi kayu. Terdapat banyak tipe, ukuran dan bentuk paku sesuai dengan peruntukannya (Solitis, 1999). Paku kawat biasa (common wire nail) dan paku besar (spike) adalah paku yang paling sering digunakan,. Banyak tipe paku telah mengalami perkembangan seperti perubahan pada bentuk batangnya dan permukaan yang dilapisi. Paku kawat biasa dan paku biasa pada dasarnya sama kecuali paku besar yang memiliki diameter yang lebih besar (Faherty, 1997).

b. Baut

Baut tidak memiliki kapasitas membawa beban yang besar seperti pasak kayu namun dalam beberapa kasus, baut menyediakan kekuatan lebih dan memadai dan juga merupakan alat sambung mekanis yang penting bagi konstruksi kayu (hoyle, 1978). Yap (1982) menyatakan bahwa meskipun baut banyak dipakai, sebetulnya dia dianggap tidak begitu baik karena efisiensinya rendah dan deformasinya besar.

Baut lebu mudah dipasang karena tidak memerlukan pembuatan alur dan elemen yang telah disambung tidak perlu dipisahkan.

c. Pasak Kayu

Pasak kayu adalah elemen konstruksi berbentuk persegi dan silinder yang digunakan untuk menghubungkan atau mengikat dua atau lebih kayu dalam konstruksi, fungsi utama pasak kayu adalah untuk meningkatkan kekuatan dan ketahanan sambungan antara dua elemen kayu yang berbeda. Pasak kayu biasanya dibuat dengan menggunakan kayu keras seperti kayu Ulin, Walikukun, Sonokeling, Hrya, Lara, Kosambi, Bangkirai, Simantok, Belangeran, Resak, Laban, Punak, Kulim, dan Merbau.

2.2 Klasifikasi Pohon Sagu

Pohon sagu (*metroxylon sp*) merupakan komoditas tanaman pangan sumber karbohidrat yang sangat potensial di Indonesia. Indonesia area sagu terluas di dunia, diikuti oleh Papua Nugini. Tanaman sagu secara taksonomi masuk ke dalam ordo *spsdicifora*, family *palmae*, genus *metroxylon*, spesies *metroxylon spp*. Kata *Metroxylon* berasal dari Bahasa Yunani, yaitu *metro* berisi batang dan *xylon* yang berarti xylem (Tenda et al., 2009). Menurut Bintoro et al., (2010) sagu dari genus *metroxylon* dapat digolongkan dalam dua golongan besar. Pertama, sagu yang berbunga dan berbuah dua kali (*pleonanthic*) dengan kandungan pati rendah dan kedua, tanaman sagu yang berbunga atau berbuah satu kali (*Hepaxanthic*) yang memiliki kandungan pati yang tinggi sehingga bernilai ekonomis untuk diusahakan.

Jenis tumbuhan sagu yang berbunga hanya satu kali selama hidupnya banyak ditemui di beberapa wilayah Indonesia, yaitu:

1. *Metroxylon longispinum* mart atau sagu merah (red sago) dikenal dengan nama daerah makanaru, hidup di kepulauan Maluku. Produksi tepung pada jenis ini memiliki rasa pati yang kurang enak.
2. *Metroxylon microanthum* mart atau Sagu Rotan. Sagu ini banyak terdapat pada kepulauan Maluku dan Pulau Seram tetapi tepungnya kurang disukai Masyarakat.
3. *Metroxylon rumphii* mart atau sagu tuni dikenal dengan nama Lapia Tuni dan banyak terdapat di Ambon. Pohon sagu jenis ini dapat menghasilkan tepung sagu hingga 500 kg dan sangat disukai teksturnya,
4. Pohon sagu jenis *Metroxylon* sagu root mempunyai sebutan sagu Molat atau Lapia Mulat, banyak tumbuh dan dijumpai di provinsi Riau. Setiap setiap pohon sagu mampu menghasilkan tepung sagu sampai 374,5 kg sehingga tepung sagu dari jenis ini paling disukai Masyarakat.

5. Sagu Lhur atau *Metroxylon Sylvester* mart, banyak di Kepulauan Halmahera akan tetapi tepung dari jenis ini kurang disukai karena rasanya kurang enak dan setiap pohon hanya menghasilkan 89,6 kg pati sagu (Ebookpangan.com, 2006).

2.3 Klasifikasi Kayu

Menurut Haygreen (1993) kayu merupakan material yang termasuk salah satu bahan bangunan yang berasal dari tumbuhan. Kayu adalah suatu karbohidrat yang tersusun terutama atas karbon, hidrogen, dan oksigen. Kayu mengandung senyawa anorganik yang tetap tinggal setelah terjadi pembakaran pada suhu tinggi dengan oksigen yang melimpah, residu semacam ini dikenal sebagai abu.

1. Fungsi Kayu

Dalam sebuah bangunan pasti ada bagian yang dinamakan sistem struktur, di mana sistem tersebut menjadi suatu penahan beban yang ada pada bangunan. Dari dulu hingga sekarang kayu adalah suatu alternatif yang digunakan sebagai sistem struktur. Sebagai bahan struktur kayu mempunyai berbagai kekuatan berdasarkan gaya yang bekerja, yaitu sebagai berikut :

- a. Menahan Tarikan
- b. Menahan Tekanan (Desak)
- c. Menahan Lenturan
- d. Menahan Geser

2. Kelebihan dan kekurangan kayu

a. Kelebihan kayu adalah sebagai berikut

- Berkekuatan tinggi dengan berat jenis rendah.
- Tahan terhadap pengaruh kimia dan listrik.
- Relatif mudah dikerjakan dan diganti.
- Mudah didapatkan dan relatif murah.
- Pengaruh temperatur terhadap perubahan bentuk dapat diabaikan.
- Pada kayu kering memiliki daya hantar panas dan listrik yang rendah, sehingga baik untuk partisi.
- Memiliki sisi keindahan yang khas.

b. Kekurangan kayu adalah sebagai berikut :

- Adanya sifat-sifat kayu yang kurang homogen (ketidakseragaman), cacat kayu (mata kayu, retak, dll).
- Beberapa jenis kayu kurang awet.
- Kekuatan sangat dipengaruhi oleh jenis kayu, mutu, kelembaban dan pengaruh waktu pembebanan.
- Keterbatasan ukuran khususnya untuk memenuhi kebutuhan struktur bangunan yang makin berskala besar dan tinggi.
- Beberapa jenis kayu

2.4 Rumus pengujian kuat geser pasak

Berdasarkan SNI 03-3400-1994: Pengujian Kuat Geser Kayu di laboratorium. pengujian kuat geser kayu menggunakan rumus:

$$\tau = P / (b \times h) \text{ Mpa} \dots \dots \dots (1)$$

dengan:

τ = Kuat Geser

P = Beban Maksimum

b = Lebar

h = Tinggi

Dengan menguji kuat geser pasak kayu pada sambungan tampang dua yang dipakai pada pengujian terdahulu yaitu Rahayati Gatut Prasetyo (Pasak Bambu Sebagai Alternatif Alat Sambung Struktur Kayu) menggunakan persamaan 2 sebagai berikut:

$$\tau = P / 2 \times A \dots \dots \dots (2)$$

dengan:

τ = Kuat geser (Mpa)

P = Beban (N)

A = Luasan (mm²)

3. METODOLOGI

3.1 Lokasi Penelitian

Pengujian experimental ini berlokasi pada Laboratorium Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ambon, Wailela, Teluk Ambon, Kota Ambon, Maluku.

3.2 Metode Penelitian

Adapun metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental yaitu suatu metode eksperimen yang didalamnya dilakukan suatu percobaan untuk mendapatkan informasi terhadap suatu yang dieksperimenkan. Tahap penelitian dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ambon dengan pengumpulan data Primer yang digunakan dalam pengujian.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental terhadap proses benda uji di laboratorium. Dalam beberapa kasus, data primer digunakan dalam proses pengujian. Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung, pengambilan data primer dilakukan dengan cara pengamatan langsung dilapangan untuk memperoleh kondisi fisik dilokasi.

3.4 Material Yang Digunakan

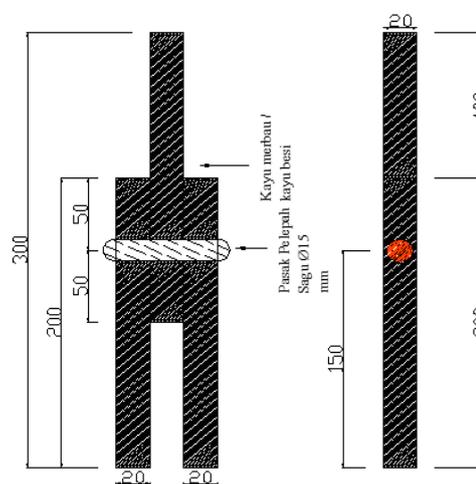
Material yang digunakan adalah pelepah sagu jenis *Metroxylon microcanthum mart* atau Sagu Rotan dengan umur pohon sagu diperkirakan berusia ± 15 tahun, bagian yang digunakan adalah pada pangkal pelepah pohon sagu dengan diameter 1-2 cm. Material diambil pada desa Stain Kompleks Pesona Alam, Batu Merah, Kec. Sirimau, Kota Ambon, Maluku. Seperti ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Pohon Sagu Rotan

Sumber: Penulis, 2023

Pasak yang digunakan berdiameter 15mm dengan variasi lebar tumpuan 20 mm, 30 mm dan 40 mm. Model benda uji dalam penelitian ini ditunjukkan dalam Gambar 3.2, sedangkan dimensi benda uji yang digunakan dapat dilihat dalam Tabel 3.1.



Gambar 2. Model Benda Uji

Sumber: Penulis, 2023

Tabel 1. Dimensi Benda Uji

N o	Nama Kayu	Diamete r Pasak (mm)	Panjang Paasak (mm)	Lebar Tumpua n (mm)	Jumla h Benda uji
1.	Pelepa h Sagu	15	80	20	3
2.		15	110	30	3
3.		15	140	40	3
Σ					9

Sumber: Penulis, 2023

3.5 Alat Yang Digunakan

1. Compression Machine 2000 kN (Alat Uji Tekan Beton) Digunakan sebagai alat pemberi gaya geser pada bahan uji. Seperti ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Compression Machine 2000 KN
 Sumber: Penulis, 2023

2. Dial Geuge digunakan sebagai alat ukur lendutan pada pasak saat pengujian. Seperti ditunjukkan pada gambar 4.



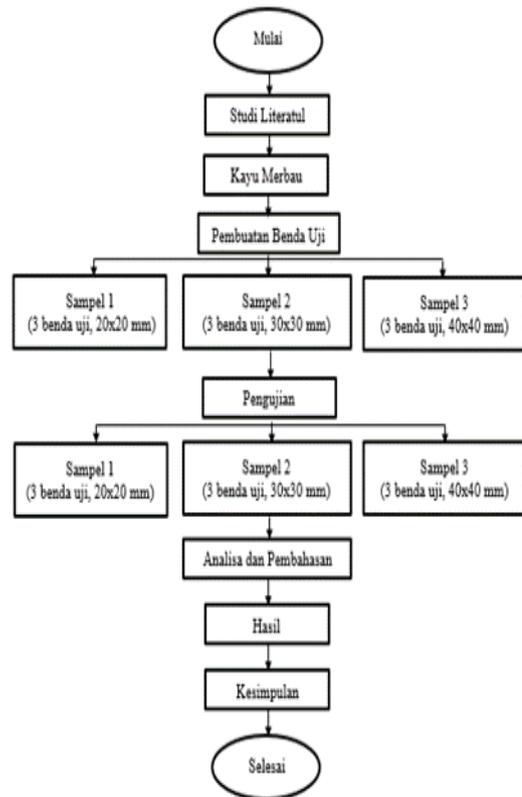
Gambar 4. Dial Gauge
 Sumber: Penulis, 2023

3. Magnetic Base Digunakan untuk menempelkan Dial Gauge ke Compression Machine 2000 kN. Seperti ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Magnetic Base
 Sumber: Penulis, 2023

Selengkapnya penelitian ini di susun mengikuti diagram alir seperti tampak dalam gambar 6.



Gambar 6. Diagram alir penelitian
 Sumber: Penulis, 2023

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini menggunakan pasak silendrik, terbuat dari pelepah sagu yang akan diuji tingkat keruntuhan geser dan lendutan yang terjadi akibat tekanan yang akan diberikan pada saat pengujian. Pengujian ini menggunakan tumpuan dengan ukuran yang berbeda. Berikut tabel hasil pengujian pasak terhadap gaya geser dan lendutan yang diterima pasak.

Tabel 2. Hasil Pengujian Pasak Untuk Benda Uji 1 (Lebar Tumpuan 20 mm)

Benda Uji I				
Diameter Pasak (mm)	Panjang Pasak (mm)	Dimensi Tumpuan (mm)	Beban (P) (N)	Lendutan (mm)
15	80	20 x 20 x 200	0	0
			3750	5.825
			7500	11.65
			10750	13.7
			14000	16.4
			12750	21.55

Sumber: Penulis, 2023

Dari tabel 2 diatas benda uji pada lebar tumpuan 20 mm terdapat beban maksimal pada beban 14000 N dengan lendutan sebesar 16.4 mm.

Tabel 3. Hasil Pengujian Pasak Untuk Benda Uji 2 (Lebar Tumpuan 20 Mm)

Benda Uji II				
Diameter Pasak (mm)	Panjang Pasak (mm)	Dimensi Tumpuan (mm)	Beban (P) (N)	Lendutan (mm)
15	80	20 x 20 x 200	0	0
			3750	6.19
			7500	12.38
			10750	14.875
			14000	17.75
			11500	21.6

Sumber: Penulis, 2023

Dari tabel 2 diatas benda uji pada lebar tumpuan 20 mm terdapat beban maksimal pada beban 14000 N dengan lendutan sebesar 17.75 mm.

Tabel 4. Hasil Pengujian Pasak Untuk Benda Uji 3 (Lebar Tumpuan 20mm)

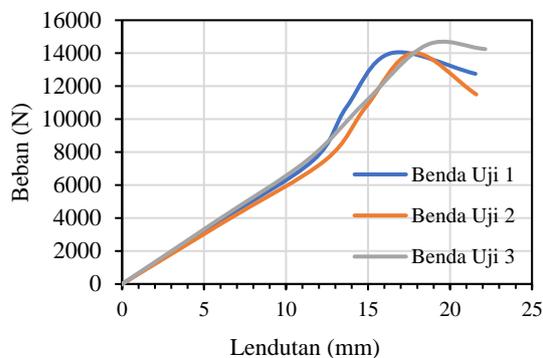
Benda Uji III				
Diameter Pasak (mm)	Panjang Pasak (mm)	Dimensi Tumpuan (mm)	Beban (P) (N)	Lendutan (mm)
15	80	20 x 20 x 200	0	0
			3750	5.64
			7500	11.28
			11000	14.79
			14500	18.58
			14250	22.15

Sumber: Penulis, 2023

Dari tabel 4 diatas benda uji pada lebar tumpuan 20 mm terdapat beban maksimal pada beban 14500 N dengan lendutan sebesar 18.58 mm.

Dari ketiga benda uji pada lebar tumpuan 20 mm terdapat beban maksimal pada benda uji III sebesar 14500 N dengan lendutan sebesar 18.58 mm.

Berikut ini adalah gambar grafik desain pembebanan pasak yang mengalami lendutan.



Gambar 7. Grafik Beban - Lendutan Benda Uji Lebar Tumpuan 20 mm

Sumber: Penulis, 2023

Pada gambar 7 diatas ditunjukkan bahwa saat pasak menerima beban, ketiga sampel mengalami lendutan yang sama pada saat menerima beban sebesar 8000 N, ketika beban bertambah ketiga sampel mengalami lendutan yang berbeda dan pada titik maksimal pasak mengalami putus akibat beban yang diterima. Maka dapat disimpulkan bahwa kondisi yang dialami pasak ialah daktilitas (kemampuan material mengembangkan renggangannya dari pertama kali hingga putus).

Tabel 5. Hasil Pengujian Pasak Untuk Benda Uji 1 (Lebar Tumpuan 30mm)

Benda Uji I				
Diameter Pasak (mm)	Panjang Pasak (mm)	Dimensi Tumpuan (mm)	Beban (P) (N)	Lendutan (mm)
15	110	30 x 30 x 200	0	0
			3750	4.24
			7500	8.48
			11750	10.625
			16000	13.25
			12750	16.76

Sumber: Penulis, 2023

Dari tabel 5 diatas benda uji pada lebar tumpuan 30 mm terdapat beban maksimal pada beban 16000 N dengan lendutan sebesar 13.25 mm.

Tabel 6. Hasil Pengujian Pasak Untuk Benda Uji 2 (Lebar Tumpuan 30mm)

Benda Uji II				
Diameter Pasak (mm)	Panjang Pasak (mm)	Dimensi Tumpuan (mm)	Beban (P) (N)	Lendutan (mm)
15	110	30 x 30 x 200	0	0
			3750	3.675
			7500	7.35
			11000	9.65
			15500	12.3
			14500	17.35

Sumber: Penulis, 2023

Dari tabel 6 diatas benda uji pada lebar tumpuan 30 mm terdapat beban maksimal pada beban 15500 N dengan lendutan sebesar 12.3 mm.

Tabel 7. Hasil Pengujian Pasak Untuk Benda Uji 3 (Lebar Tumpuan 30mm)

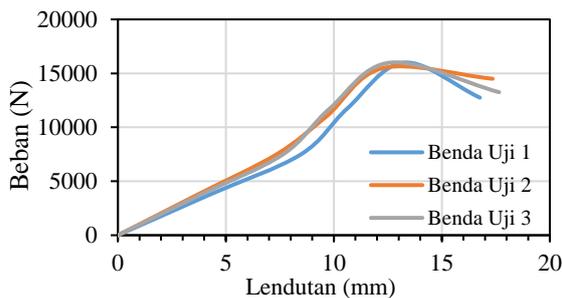
Benda Uji III				
Diameter Pasak (mm)	Panjang Pasak (mm)	Dimensi Tumpuan (mm)	Beban (P) (N)	Lendutan (mm)
15	110	30 x 30 x 200	0	0
			3750	3.825

		7500	7.65
		11750	9.815
		16000	12.63
		13250	17.65

Sumber: Penulis, 2023

Dari tabel 7 diatas benda uji pada lebar tumpuan 30 mm terdapat beban maksimal pada beban 16000 N dengan lendutan sebesar 12.63 mm.

Dari ketiga benda uji pada lebar tumpuan 30 mm terdapat beban maksimal pada benda uji III sebesar 16000 N dengan lendutan sebesar 12.93 mm.



Gambar 8. Grafik Beban Lendutan Benda Uji, Lebar Tumpuan 30 Mm

Sumber: Penulis, 2023

Dari gambar 8 diatas menunjukkan bahwa beban pasak yang menerima beban terjadi secara konstan, dan mengalami lendutan yang tidak liner pada beban 8000 – 10000 N, dan terus bertambah hingga mencapai titik maksimal lendutan hingga pasak tidak kuat menahan beban dan mengalami putus.

Tabel 8. Hasil Pengujian Pasak Untuk Benda Uji 1 (Lebar Tumpuan 40 Mm)

Benda Uji I				
Diameter Pasak (mm)	Panjang Pasak (mm)	Dimensi Tumpuan (mm)	Beban P (N)	Lendutan (mm)
15	140	40 x 40 x 200	0	0
			3750	1.84
			7500	3.68
			12250	6.24
			17000	9.48
			16500	22.05

Sumber: Penulis, 2023

Dari tabel 8 diatas benda uji pada lebar tumpuan 40 mm terdapat beban maksimal pada beban 17000 N dengan lendutan sebesar 9.48 mm.

Tabel 9. Hasil Pengujian Pasak Untuk Benda Uji 2 (Lebar Tumpuan 40 mm)

Benda Uji II				
Diameter Pasak (mm)	Panjang Pasak (mm)	Dimensi Tumpuan (mm)	Beban (P) (N)	Lendutan (mm)
15	140	40 x 40 x 200	0	0
			3750	2.065
			7500	4.13
			12000	6.265
			16500	8.53
			15750	25.17

Sumber: Penulis, 2023

Dari tabel 9 diatas benda uji pada lebar tumpuan 40 mm terdapat beban maksimal pada beban 16500 N dengan lendutan sebesar 8.53 mm.

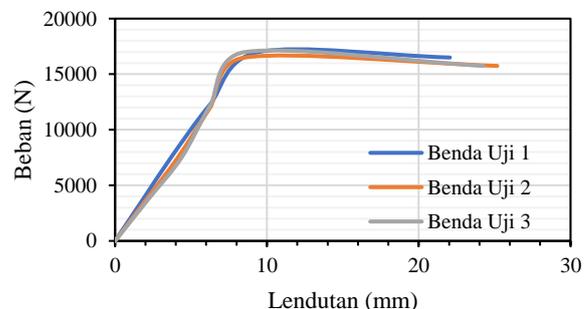
Tabel 10. Hasil Pengujian Pasak Untuk Benda Uji 3 (Lebar Tumpuan 40 mm)

Benda Uji III				
Diameter Pasak (mm)	Panjang Pasak (mm)	Dimensi Tumpuan (mm)	Beban (P) (N)	Lendutan (mm)
15	140	40 x 40 x 200	0	0
			3750	2.19
			7500	4.38
			12250	6.29
			17000	8.58
			15750	24.25

Sumber: Penulis, 2023

Dari tabel 10 diatas benda uji pada lebar tumpuan 40 mm terdapat beban maksimal pada beban 17000 N dengan lendutan sebesar 8.58 mm.

Dari ketiga benda uji pada lebar tumpuan 40 mm terdapat beban maksimal pada benda uji III sebesar 17000 N dengan lendutan sebesar 8.58 mm.



Gambar 9. Grafik Beban Lendutan Benda Uji Lebar Tumpuan 40 Mm

Sumber: Penulis, 2023

Pada gambar 9 menunjukkan bahwa pasak dengan variasi 1, 2 dan 3 mengalami lendutan beban yang

konsisten dan hanya mengalami perbedaan lendutan yang tidak terlalu signifikan sampai dengan 16000 N dan pasak tidak kuat menahan beban yang diterima sampai pasak mengalami kerusakan.

4.2 Pengujian Model Sambungan

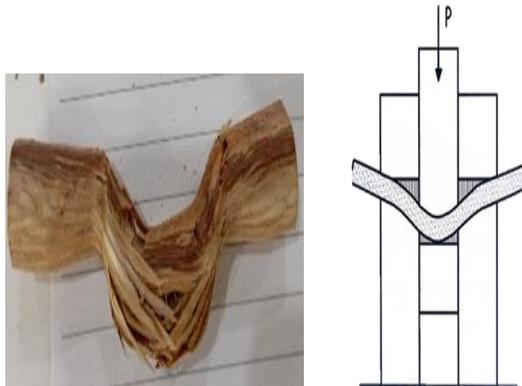
Pada saat pembebanan pada benda uji terjadi variasi kerusakan yang berbeda pada tumpuan, namun kerusakan tersebut tidak terlalu signifikan, karena tidak merusak keseluruhan struktur kayu. Kerusakan terjadi pada sekitar pasak yang disebabkan adanya reaksi ketegangan yang diterima.



Gambar 10. Proses Pengujian Dan Model Benda Uji

Sumber: Penulis, 2023

Pada saat pengujian, konstruksi sambungan mengalami kerusakan akibat gaya yang diterima terlalu besar, tumpuan dengan ukuran yang berbeda yakni 20 mm, 30 mm dan 40 mm juga mengalami tipe kerusakan yang sama, yang dimana pada saat pasak melendut akibat menerima beban, pasak mengalami defleksi kemudian rusak. Kerusakan struktur yang terjadi pada pasak berupa putus. Untuk kerusakan pada struktur sambungan dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Pola Kerusakan Pasak

Sumber: Penulis, 2023

Kuat geser pasak dapat diperoleh dengan membagi beban yang didapat dengan kedua kali luasan tampang pasak. Sehingga dari perhitungan tersebut dapat diperoleh beban satuan luas (Mpa) yang dapat digunakan untuk mendefinisikan kekuatan pasak dengan penampang silindrik.

Berikut perhitungan nilai dari tegangan geser pada masing-masing penampang.

Tabel 11. Data Pengamatan Kekuatan Sambungan

Model	Lebar Tumpuan	Beban (P)			Rata rata
	Mm	N			
Benda Uji 1	20	14000	14000	14500	14166.67
Benda uji 2	30	16000	15500	16000	15833.33
Benda uji 3	40	17000	16500	17000	16833.33

Sumber: Penulis, 2023

Tabel 12. Kuat Geser Pasak

Bentuk Pasak	Tabel Kayu (mm)		
	20	30	40
	0	0	0
Selindrik (Mpa)	39.631	45.293	48.124
	39.631	43.878	46.709
	41.047	45.293	48.124
Rata - Rata	40.103	44.821	47.652

Sumber: Penulis, 2023

Dari tabel 12 data kuat geser pasak yang terbuat dari pelepah sagu dengan memiliki nilai rata-rata yang diperoleh, maka semakin besarnya tumpuan terhadap diameter pasak yang sama, semakin besar nilai kuat geser yang didapat.

Kuat geser pasak diperoleh dari

$$\tau = \frac{P}{2 \cdot A} \dots \dots \dots (1)$$

$$\tau = \frac{(15000 \text{ N})}{(2 \cdot (0.25 \times 3.14 \times 15^2 \text{ mm}^2))}$$

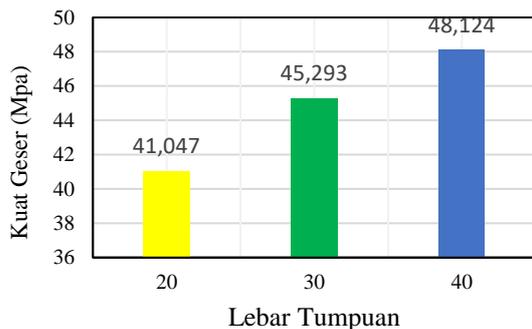
$$\tau = 40.103 \text{ Mpa}$$

Tabel 13. Tabel Hubungan Beban Terhadap Kuat Geser

Benda Uji	Beban (P)	Kuat Geser
Benda Uji (lebar Tumpuan 20mm)	14000	39.631
	14000	39.631
	14500	41.047
Benda Uji (lebar Tumpuan 30mm)	16000	45.293
	15500	43.878
	16000	45.293
Benda Uji (lebar Tumpuan 40mm)	17000	48.124
	16500	46.709
	17000	48.124

Sumber: Penulis, 2023

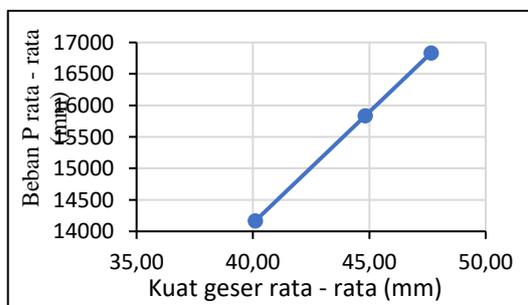
Pada tabel 13 diatas Kenaikan kuat geser disebabkan akibat ketebalan kayu, yang mengakibatkan bertambahnya sifat plastis kayu yang membuat stabilitas semakin baik, semakin tebal kayu maka semakin baik kayu dalam menahan beban yang diterima.



Gambar 12. Grafik Kuat Geser

Sumber: Penulis, 2023

Pada gambar 12 ketebalan tertentu kayu tidak mengalami kerusakan, karena kayu mampu menahan beban yang diberikan, beban terus diberikan dan mengalami penurunan. Penurunan ini menyebabkan pasak tidak mampu menahan beban yang diterima sehingga pasak mengalami kerusakan.



Gambar 13. Hubungan Beban (P) Dan Kuat Geser

Sumber: Penulis, 2023

Pada gambar 13 diatas menunjukkan bahwa beban yang diterima pasak berpengaruh terhadap tumpuan, dikarenakan semakin besarnya beban P terhadap pasak maka semakin besar kuat geser yang di dapat, sehingga hubungan beban P dan kuat geser tersebut membentuk garis grafik yang linear.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Dari hasil penelitian bahwa selain pasak terbuat dari kayu adapun bahan alternatif lain untuk menggantikan kayu, yaitu dengan menggunakan pelapah sagu dikarenakan dalam hasil penelitian ini pelapah sagu memiliki tingkat kuat geser yang memenuhi standar kuat geser yang tercantum dalam standar nasional indonesia (SNI) 03-3527-1994.
2. Kuat geser rata-rata yang diperoleh adalah berturut-turut untuk lebar tumpuan 20 mm sebesar 40.103 Mpa, lebar tumpuan 30 mm sebesar 44.821Mpa dan lebar tumpuan 40 mm sebesar 47.652Mpa.
3. Lebar tumpuan pada pasak mempengaruhi kekuatan geser pasak. Semakin besar lebar

tumpuan maka semakin besar kuat geser yang didapat walaupun diameter pasaknya sama.

5.2 Saran

1. Benda uji yang digunakan haruslah presisi sesuai ukuran, karena jika tidak sesuai maka dapat mempengaruhi hasil penelitian.
2. Pada saat pengujian sebaiknya menggunakan alat uji yang kapasitasnya tidak terlalu besar, agar hasil pengujian yang didapat lebih detail dan akurat.
3. Tumpuan pada benda uji perlu ditambahkan Bracing untuk memperkaku benda uji, agar pada pengujian benda uji tidak berubah posisi yang dapat mempengaruhi hasil penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Bintoro, H. M. H., Purwanto, H. M., & Amarillis, S. (2010). Sagu di lahan gambut. Buan Ashari, Aryani Rofaida dan Muhammad Suryadi, 2019: *Kapasitas Sambungan Tampang Dua Dengan Variasi Sudut Menggunakan Alat Sambung Pasak Kayu Dilapisi Perekat*. Fakultas Teknik Universitas Mataram.

Fahrety, KF. 1997. *Mechanical Fasteners and Connectors*. Didalam: *Wood Engineering and Consturction Hanbook*. Fahrety KF, Williamson TG, Editor: Mc Grawhill, Inc. New York.

Haygreen, J. G., & Bowyer, J. L. (1982). *Forest products and wood science: an introduction* (pp. 495-pp).

Hoadley, C. M., & Linn, M. C. (2000). Teaching science through online, peer discussions: SpeakEasy in the Knowledge Integration Environment. *International journal of science education*, 22(8), 839-857.

Hoyle, R. J. (1978). Wood technology in the design of structures.

Indonesia, S. N. (1994). Mutu dan Ukuran Kayu Bangunan SK SNI 03-3527-1994. *Balai Penelitian dan Pengembangan Pekerjaan Umum*.

Tenda, E. T., Hutapea, R. T. P., & Syakir, M. (2009). Sagu tanaman perkebunan penghasil bahan bakar nabati. *Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan*, 143-160.

Tjitradi, D. Pasak Kayu Kubler Sebagai Alternatif Alat Penyambung pada Konstruksi Kayu di Kalimantan Selatan. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 13(1), 27-38.