

PERBANDINGAN KEKUATAN *BUTT JOINT* DAN *SCARF JOINT* PADA KAYU DENGAN ALAT SAMBUNG PEREKAT

Ratna Widyawati¹

Abstrak

Sambungan merupakan bagian terpenting pada struktur yang menggunakan kayu sebagai bahan utamanya. Dikatakan penting karena sambungan merupakan bagian terlemah pada suatu struktur kayu sehingga sering kegagalan struktur disebabkan oleh kegagalan pada sambungan. Sambungan dengan perekat berbeda dengan jenis sambungan yang lain. Berdasarkan faktor perlemahan dan deformasi yang terjadi, sambungan dengan perekat mempunyai nilai kekuatan yang paling tinggi dibandingkan alat sambung yang lain. Sambungan dengan perekat tidak melemahkan kayu yang disambung, selain itu daya dukung sambungan dengan perekat lebih tinggi dibandingkan sambungan jenis lain. Sambungan dengan perekat dapat berbentuk sambungan tegak (*butt joint*) dan sambungan miring (*scarf joint*). Penelitian ini membandingkan kekuatan sambungan tegak (*butt joint*) sambungan miring (*scarf joint*) yang meliputi kuat tekan, kuat geser dan kuat tarik.

Benda uji berupa kayu sengon (*Paraserianthes falcataria*) dengan bahan perekat Urea Formaldehyde (UA-104). Ukuran benda uji sambungan tegak (*butt joint*) dan sambungan miring (*scarf joint*) yang dibandingkan sesuai dengan Standar ISO 1975. Benda uji berjumlah 9 (sembilan) buah untuk sambungan tegak (*butt joint*) dan 27 (dua puluh tujuh) buah untuk sambungan miring (*scarf joint*) terdiri dari 3 (tiga) variasi kemiringan sambungan, yaitu $l/h = 3$; $l/h = 6$ dan $l/h > 8$.

Kuat tekan sambungan tegak rata-rata adalah $190,07 \text{ kg/cm}^2$, sambungan miring untuk kemiringan $l/h=3$, $l/h=6$ dan $l/h=8$ berturut-turut adalah $78,709 \text{ kg/cm}^2$; $75,164 \text{ kg/cm}^2$ dan $74,629 \text{ kg/cm}^2$. Hal tersebut menunjukkan bahwa sambungan tegak lebih kuat menerima gaya tekan karena bidang irisan sambungan yang berbentuk miring tidak mampu menerima gaya tekan yang besar. Kuat geser sambungan tegak rata-rata adalah $43,82 \text{ kg/cm}^2$, sambungan miring rata-rata adalah $20,235 \text{ kg/cm}^2$, sambungan tegak lebih kuat menahan gaya geser karena bidang irisan sambungan yang berbentuk miring tidak mampu menerima geseran yang besar. Kuat tarik sambungan tegak kayu sengon rata-rata sebesar $25,468 \text{ kg/cm}^2$, sambungan miring untuk kemiringan $l/h=3$, $l/h=6$ dan $l/h=8$ berturut-turut adalah $127,984 \text{ kg/cm}^2$; $136,071 \text{ kg/cm}^2$ dan $137,765 \text{ kg/cm}^2$. Kuat tekan sambungan tegak jauh lebih rendah dibandingkan sambungan miring pada semua variasi kemiringan. selain dipengaruhi oleh kemiringan sambungan (l/h), semakin besar kemiringan sambungan (l/h) maka kemampuan menahan gaya tarik semakin besar, juga dipengaruhi oleh luas bidang geser permukaan rekatan.

Kata kunci : sambungan tegak, sambungan miring, kayu sengon, perbandingan

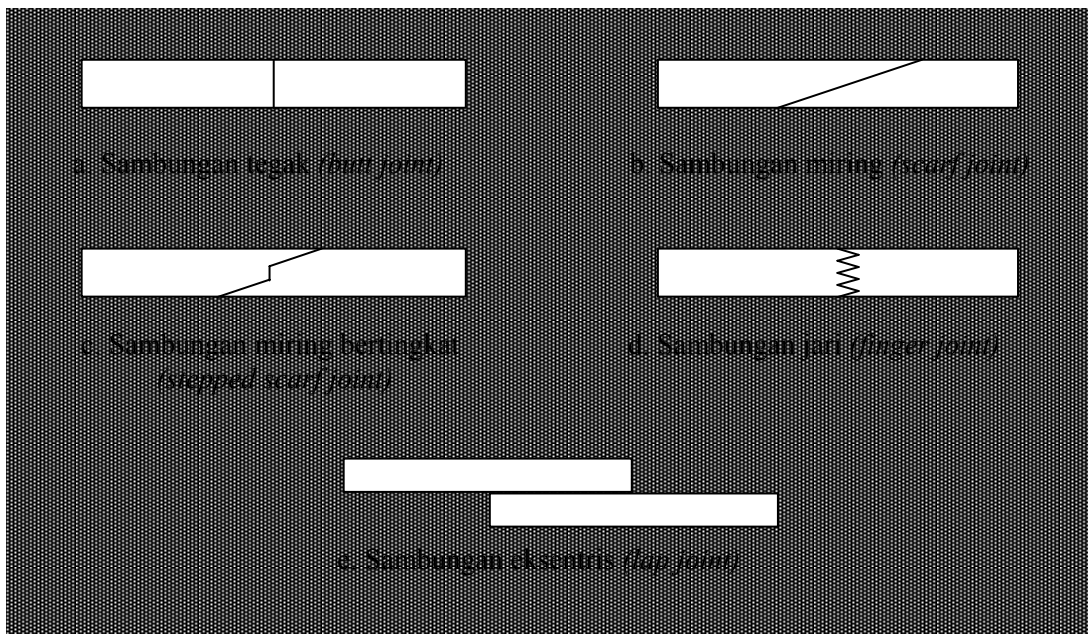
¹ Staf Pengajar Fakultas Teknik Universitas Lampung
Jl. Sumantri Brojonegoro No.1, Gedung Meneng, Bandar Lampung

1. PENDAHULUAN

Sambungan merupakan bagian penting pada struktur yang menggunakan kayu sebagai bahan utamanya. Dikatakan penting karena sambungan merupakan bagian terlemah pada suatu struktur kayu sehingga sering kegagalan struktur disebabkan oleh kegagalan pada sambungan.

Sambungan pada konstruksi kayu dibagi menjadi 3 golongan yaitu sambungan tekan, sambungan tarik dan sambungan momen. Sambungan tekan tidak begitu sulit dikerjakan, sedangkan sambungan tarik sering menimbulkan kesulitan dikerjakan, sambungan momen merupakan jenis sambungan yang mahal dan lebih sulit perhitungannya.

Sambungan dengan perekat berbeda dengan jenis sambungan yang lain. Pada sambungan dengan perekat, kayu tidak disambung pada titik-titik melainkan pada bidang, sehingga sambungan perekat mempunyai kekakuan yang lebih besar. Menurut Yap (1964), sambungan kayu dengan perekat pada batang-batang kayu secara umum berbentuk sambungan tegak (*butt joint*), sambungan miring (*scarf joint*), sambungan miring bertingkat (*stepped scarf joint*), sambungan jari (*finger joint*), dan sambungan eksentris (*lap joint*). Bentuk-bentuk sambungan dengan perekat dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Macam-macam bentuk sambungan perekat pada batang kayu
Sumber: Yap, 1964

Dalam pengerjaannya sambungan tegak (*butt joint*) lebih mudah dibuat daripada sambungan jenis yang lain, tetapi kelemahan dari sambungan tegak adalah tidak dapat meneruskan tegangan baik tegangan tarik maupun tekan dari satu laminasi ke laminasi lainnya (Karnasudirja, 1989). Menurut Sasaki dkk (1973), kekuatan tarik sambungan tegak dipengaruhi oleh jumlah dan ketebalan garis perekatan (*glue-line thickness*). Kekuatan tarik sambungan tegak (*butt joint*) tidak hanya bekerja pada bidang tarik sambungan saja tetapi dipengaruhi oleh luas bidang geser pada permukaan rekatan.

Sambungan perekat bentuk miring (*scarf joint*) dan sambungan jari (*finger joint*) adalah jenis sambungan perekat yang paling baik digunakan pada sambungan kayu karena memberikan kuat tarik dan kuat tekan yang besarnya sebanding dengan kayu solid (Karlsen, 1967; Hoyle, 1978; Breyer, 1999). Untuk sambungan miring (*scarf joint*), kekuatan tarik sambungan perekat tergantung dari kemiringan sambungan (*slope*).

Dalam tulisan ini dibahas mengenai perbandingan kekuatan sambungan tegak (*butt joint*) dengan sambungan miring (*scarf joint*) dengan alat sambung perekat. Perbandingan yang dibahas meliputi kuat tekan, kuat geser dan kuat tarik. Kayu yang dipergunakan pada penelitian ini adalah kayu sengon (*Paraserianthes falcataria*) dengan bahan perekat *Urea Formaldehyde* (UA-104) yang diproduksi oleh PT. Pamolite Adhesive Industry (PAI).

Kayu sengon (*Paraserianthes falcataria*) cocok untuk bangunan ringan (untuk pelapis permukaan). Pada umur 8 tahun atau lebih dapat dipakai sebagai kayu konstruksi bangunan sederhana bila keawetannya mendukung. Secara visual kayu sengon berwarna putih sampai coklat muda kemerahan. Menurut Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia (PKKI) kayu sengon termasuk dalam kelas kuat IV sampai V, dengan berat jenis 0,24 kg/cm³ sampai dengan 0,49 kg/cm³ (rata-rata 0,33 kg/cm³) dan termasuk kelas awet IV sampai V. Secara umum nilai penyusutan di bawah 2,5% pada arah radial dan 4% pada arah tangensial.

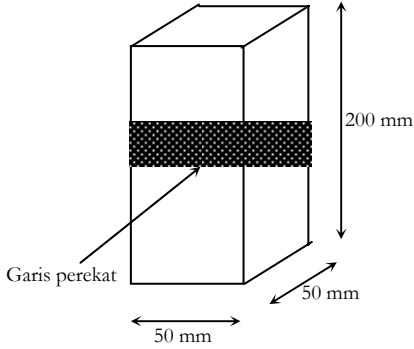
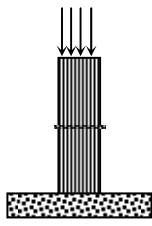
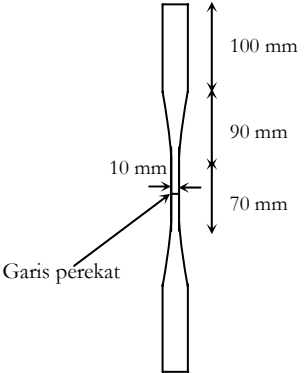
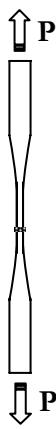
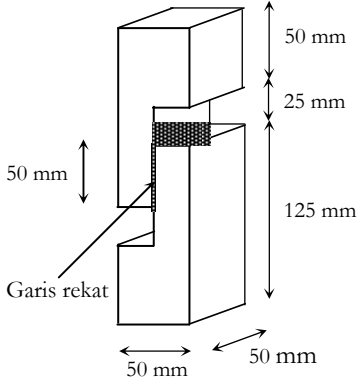
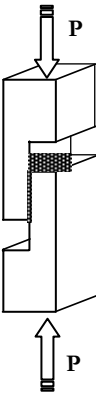
2. METODE PENELITIAN

Ukuran benda uji sambungan tegak (*butt joint*) dan sambungan miring (*scarf joint*) yang dibandingkan sesuai dengan Standar ISO 1975 (Gambar 2 dan Gambar 3). Benda uji berjumlah 9 (sembilan) buah untuk sambungan tegak (*butt joint*) dan 27 (dua puluh tujuh) buah untuk sambungan miring (*scarf joint*) yang terdiri dari 3 (tiga) variasi kemiringan sambungan, yaitu $l/h = 3$; $l/h = 6$ dan $l/h > 8$. Benda uji tersebut meliputi 3 (tiga) buah benda uji kuat tekan, 3 (tiga) buah benda uji kuat geser dan 3 (tiga) buah benda uji kuat tarik. Jumlah dan ukuran benda uji dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Jumlah benda uji sambungan tegak dan sambungan miring

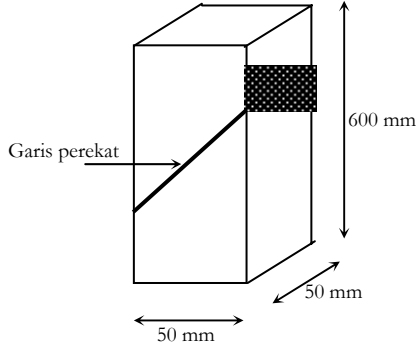
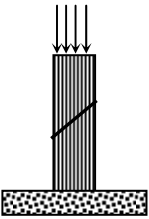
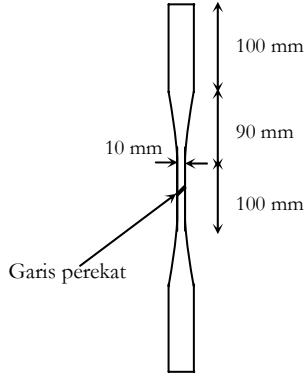

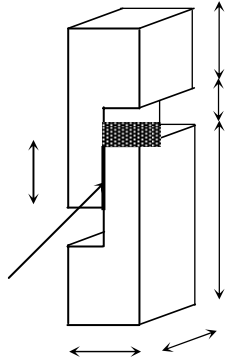
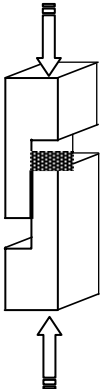
No.	Jenis Pengujian	Jumlah Benda Uji			
		<i>Butt Joint</i>	<i>Scarf Joint</i>		
			$l/h = 3$	$l/h = 6$	$l/h > 8$
1.	Benda uji kuat tekan	3	3	3	3
2.	Benda uji kuat tarik	3	3	3	3
3.	Benda uji kuat geser	3	3	3	3

Pengujian sambungan tegak (*butt joint*) dengan perekat mengikuti pedoman standar pengujian kayu ISO 1975, yang meliputi pengujian kuat tekan, kuat geser dan kuat tarik. Bentuk dan ukuran benda uji dapat dilihat pada Gambar 2.

No	Bentuk dan ukuran benda uji	Cara dan hasil pengujian
1.	<p>Uji tekan laminasi sejajar serat</p> 	<p>Cara :</p>  <p>Hasil :</p> $\sigma_{tk} = \frac{P}{A}$
2.	<p>Uji tarik laminasi sejajar serat (tensile strenght)</p> 	<p>Cara :</p>  <p>Hasil:</p> $\sigma_{tr} = \frac{P}{A}$
3.	<p>Uji geser laminasi sejajar serat (shear strenght)</p> 	<p>Cara :</p>  <p>Hasil :</p> $\tau = \frac{P}{A}$

Gambar 2. Benda Uji Sambungan Tegak dengan Perekat (Standar ISO 1975)

Pengujian sambungan miring (*scarf joint*) dengan perekat mengikuti pedoman standar pengujian kayu ISO 1975, yang meliputi pengujian kuat tekan, kuat geser dan kuat tarik. Bentuk dan ukuran benda uji dapat dilihat pada Gambar 3.

No	Bentuk dan ukuran benda uji	Cara dan hasil pengujian
1.	<p data-bbox="384 465 911 501">Uji tekan sambungan miring sejajar serat</p> 	<p data-bbox="943 465 1023 501">Cara :</p>  <p data-bbox="1118 712 1225 741">Sejajar serat</p> <p data-bbox="943 763 1023 799">Hasil :</p> $\sigma_{tk} = \frac{P}{A}$
2.	<p data-bbox="384 981 911 1055">Uji tarik sambungan miring sejajar serat (<i>tensile strength</i>)</p> 	<p data-bbox="943 981 1023 1016">Cara :</p>  <p data-bbox="1155 981 1235 1016">Hasil:</p> $\sigma_{tr} = \frac{P}{A}$
3.	<p data-bbox="384 1512 911 1585">Uji geser sambungan miring sejajar serat (<i>shear strength</i>)</p> 	<p data-bbox="943 1512 1023 1547">Cara :</p>  <p data-bbox="1134 1512 1214 1547">Hasil :</p> $\tau = \frac{P}{A}$

Gambar 3. Benda Uji Sambungan Miring dengan Perekat (Standar ISO 1975)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian kekuatan sambungan tegak (*butt joint*) dan sambungan miring (*scarf joint*) kayu sengon adalah sebagai berikut :

3.1 Kuat Tekan Sambungan Tegak (*Butt Joint*) Kayu Sengon

Dari hasil pengujian, kuat tekan sambungan tegak kayu sengon dengan perekat *urea formaldehyde* (UA-104) dapat dilihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Kuat tekan sambungan tegak kayu sengon

No. Benda Uji	Kuat Tekan (kg/cm ²)	Keterangan
TKN-BJ-A	190,64	Rusak pada sambungan
TKN-BJ-B	199,14	Rusak pada sambungan
TKN-BJ-C	180,42	Rusak geser
Rata-rata	190,07	

Pada umumnya, kerusakan terjadi pada daerah sambungan yaitu pada benda uji TKN-1 dan TKN-2, hal ini disebabkan oleh kualitas sambungan yang kurang baik karena kurangnya tekanan yang diberikan saat pengempaan. Hasil perhitungan kuat tekan sambungan tegak rata-rata dengan jumlah perekat terlabur 40/MDGL adalah 190,07 kg/cm².

Dari hasil pengujian, kekuatan tekan sambungan miring kayu sengon dengan perekat UA-104 dengan ketiga variasi kemiringan sambungan (l/h=3, l/h=6, l/h=8) dapat dilihat dalam Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Kuat tekan sambungan miring (*scarf joint*) dengan perekat

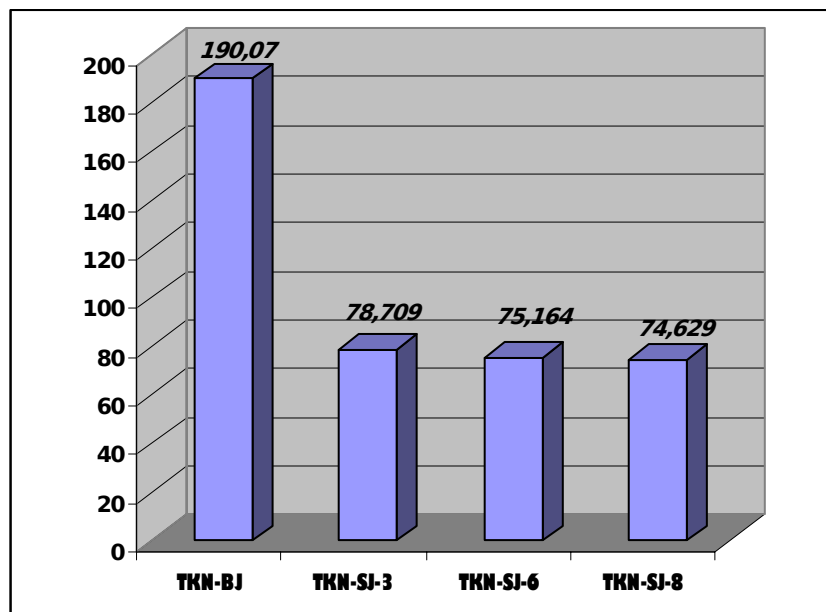
No	Kode Benda Uji	Kuat Tekan kg/cm ²		Keterangan
		Hasil	Rata-rata	
1	TKN-SJ-3A	50,434	78,709	Rusak pada kayu
2	TKN-SJ-3B	69,57		Rusak pada sambungan
3	TKN-SJ-3C	116,123		Rusak pada kayu
4	TKN-SJ-6A	93,029	75,164	Rusak pada sambungan
5	TKN-SJ-6B	73,229		Rusak pada kayu
6	TKN-SJ-6C	59,234		Rusak pada kayu
7	TKN-SJ-8A	74,569	74,629	Rusak pada kayu
8	TKN-SJ-8B	59,767		Rusak pada sambungan
9	TKN-SJ-8C	89,55		Rusak pada kayu

Pada sambungan kayu dengan menggunakan alat sambung pasak, paku dan baut, kerusakan pada saat menerima beban tekan terjadi pada sambungan karena adanya kelemahan akibat alat sambung (Wiryomartono, 1976). Pada sambungan miring (*scarf joint*), kerusakan yang terjadi dominan pada daerah kayu, hal ini disebabkan oleh kuat rekat sambungan melebihi kekuatan kayunya. Kuat tekan rata-rata untuk kemiringan $l/h=3$, $l/h=6$ dan $l/h=8$ berturut-turut adalah $78,709 \text{ kg/cm}^2$; $75,164 \text{ kg/cm}^2$ dan $74,629 \text{ kg/cm}^2$. Ditinjau dari variasi kemiringan sambungan (l/h), dapat disimpulkan bahwa kuat tekan sambungan miring (*scarf joint*) dengan perekat tidak dipengaruhi oleh kemiringan sambungan (l/h).

Dari Tabel 2 dan Tabel 3 di atas dapat dibandingkan kekuatan *butt joint* dan *scarf joint* dalam menahan gaya tekan, perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Perbandingan kuat tekan *butt joint* dan *scarf joint* kayu sengon

No. Benda Uji	Kuat Tekan (kg/cm^2)	Keterangan
TKN-BJ	190,07	<i>Butt joint</i>
TKN-SJ-3	78,709	<i>Scarf joint l/h=3</i>
TKN-SJ-6	75,164	<i>Scarf joint l/h=6</i>
TKN-SJ-8	74,629	<i>Scarf joint l/h=8</i>



Gambar 4. Perbandingan kuat tekan *butt joint* dan *scarf joint* kayu sengon

Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa kuat tekan sambungan tegak lebih tinggi dibandingkan sambungan miring pada semua variasi kemiringan. Hal tersebut menunjukkan bahwa sambungan tegak lebih kuat menerima gaya tekan dibandingkan sambungan miring karena pada sambungan miring bidang irisan sambungan yang berbentuk miring tidak mampu menerima gaya tekan yang besar.

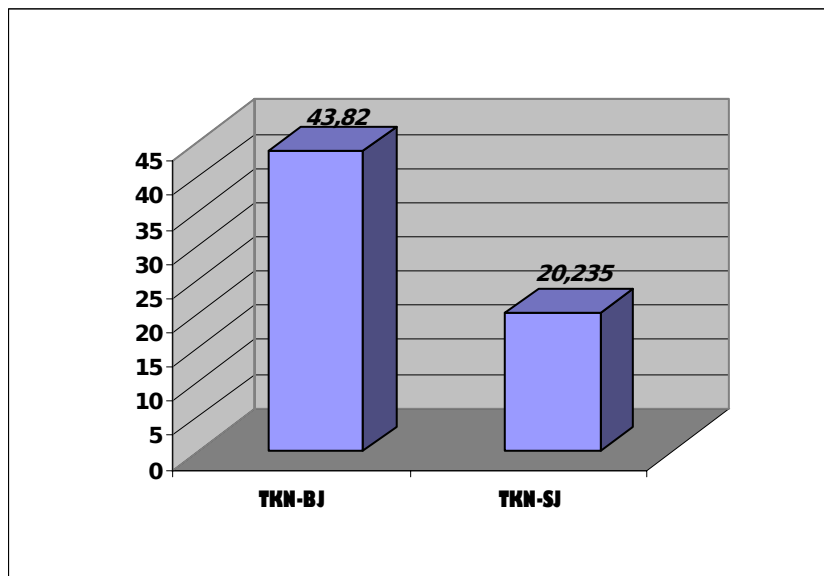
3.2 Kuat Geser Sambungan Tegak (*Butt Joint*) Kayu Sengon

Kuat geser sambungan tegak rata-rata dengan jumlah perekat terlabur 40/MDGL adalah 43,82 kg/cm². Kuat geser sambungan miring rata-rata adalah 20,235 kg/cm². Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Kuat geser sambungan tegak dan sambungan miring kayu sengon

No. Benda Uji	Kuat Geser (kg/cm ²)	Keterangan
GSR-BJ-A	47,81	Rusak pada kayu
GSR-BJ-B	41,76	Rusak pada sambungan
GSR-BJ-C	41,90	Rusak pada sambungan
Rata-rata	43,82	<i>Butt Joint</i>
GSR-SJ-A	18,829	Rusak pada sambungan
GSR-SJ-B	19,998	Rusak pada kayu
GSR-SJ-C	21,887	Rusak pada kayu
Rata-rata	20,235	<i>Scarf Joint</i>

Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa kuat geser sambungan tegak lebih tinggi dibandingkan sambungan miring pada semua variasi kemiringan. Hal tersebut menunjukkan bahwa sambungan tegak lebih kuat menahan gaya geser dibandingkan sambungan miring, karena pada sambungan miring bidang irisan sambungan yang berbentuk miring tidak mampu menerima geseran yang besar.



Gambar 5. Perbandingan kuat geser *butt joint* dan *scarf joint* kayu sengon

3.3 Kuat Tarik Sambungan Tegak (*Butt Joint*) Kayu Sengon

Hasil pengujian kekuatan tarik sambungan tegak kayu sengon dengan perekat UA-104 dapat dilihat dalam Tabel 6 berikut ini.

Tabel 6. Kuat tarik sambungan tegak kayu sengon

Benda Uji	Kuat Tarik (kg/cm ²)	Keterangan
TRK-BJ-A	32,269	Rusak pada sambungan
TRK-BJ-B	20,946	Rusak pada sambungan
TRK-BJ-C	23,188	Rusak pada sambungan
Rata-rata	25,468	

Semua kerusakan pada pengujian tarik terjadi pada bidang rekatnya, kuat tarik sambungan tegak kayu sengon rata-rata sebesar 25,468 kg/cm². Pada benda uji tarik sambungan tegak, proses pengempaan sulit dilakukan akibatnya garis perekatan cukup tebal.

Dari hasil penelitian Sasaki (1973) untuk sambungan tegak dengan bahan perekat epoxy memberikan nilai ketebalan garis perekat (*glue line*) yang optimum sebesar 0,75 mm dan jika lebih dari itu kuat tariknya menurun. Dari beberapa jenis sambungan kayu, sambungan tegak adalah jenis sambungan yang paling lemah terhadap tarik.

Dari hasil pengujian, kekuatan tarik sambungan miring kayu sengon dengan perekat UA-104 dengan ketiga variasi kemiringan sambungan (l/h=3, l/h=6, l/h=8) dapat dilihat dalam Tabel 7 bawah ini.

Tabel 7. Kuat tarik sambungan miring (*scarf joint*) dengan perekat

No	Kode Benda Uji	Kuat Tarik Kg/cm ²		Keterangan
		Hasil	Rata-rata	
1	TRK-SJ-3A	135,98	127,984	Rusak pada kayu
2	TRK-SJ-3B	149,485		Rusak pada kayu
3	TRK-SJ-3C	98,487		Rusak pada sambungan
4	TRK-SJ-6A	161,963	136,071	Rusak pada kayu
5	TRK-SJ-6B	161,290		Rusak pada kayu
6	TRK-SJ-6C	84,961		Rusak pada sambungan
7	TRK-SJ-8A	115,240	137,765	Rusak pada kayu
8	TRK-SJ-8B	151,358		Rusak pada kayu
9	TRK-SJ-8C	146,669		Rusak pada kayu

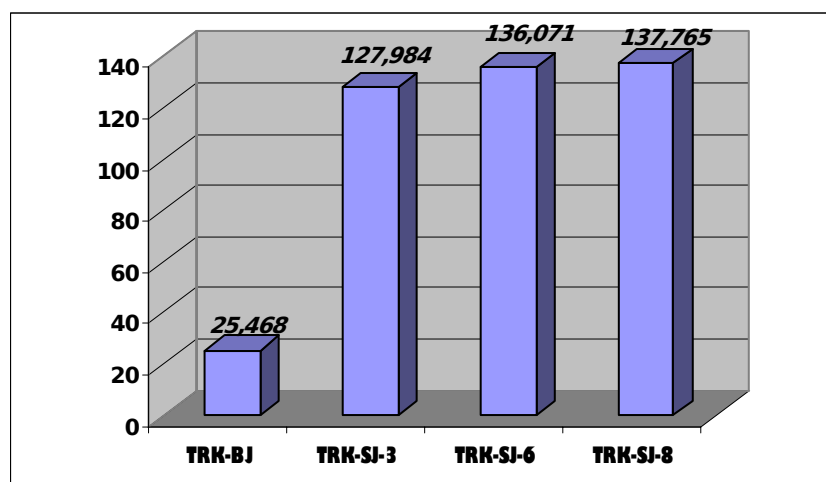
Pada benda uji kuat tarik sambungan miring (*scarf joint*) dengan perekat *Urea Formadehyde*, kerusakan yang terjadi dominan pada daerah kayu, hal ini disebabkan oleh kuat rekat sambungan melebihi kekuatannya, selain itu dapat dilihat apabila kerusakan terjadi pada sambungan, nilai kuat tariknya lebih kecil. Sehingga dapat

diambil kesimpulan, kerusakan pada daerah sambungan diakibatkan oleh ikatan yang terjadi tidak sempurna. Kuat tarik rata-rata untuk kemiringan $l/h=3$, $l/h=6$ dan $l/h=8$ berturut-turut adalah $127,984 \text{ kg/cm}^2$; $136,071 \text{ kg/cm}^2$ dan $137,765 \text{ kg/cm}^2$. Ditinjau dari variasi kemiringan sambungan (l/h), dapat disimpulkan bahwa kuat tarik sambungan miring (*scarf joint*) dengan perekat dipengaruhi oleh kemiringan sambungan (l/h). Semakin besar kemiringan sambungan (l/h) maka nilai kekuatan tariknya semakin besar. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Sasaki dan McArthur (1973).

Dari Tabel 6 dan Tabel 7 di atas dapat dibandingkan kekuatan *butt joint* dan *scarf joint* dalam menahan gaya tarik, perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 8 berikut ini.

Tabel 8. Perbandingan kuat tarik *butt joint* dan *scarf joint* kayu sengon

No. Benda Uji	Kuat Tarik (kg/cm^2)	Keterangan
TRK-BJ	25,468	<i>Butt joint</i>
TRK-SJ-3	127,984	<i>Scarf joint l/h=3</i>
TRK-SJ-6	136,071	<i>Scarf joint l/h=6</i>
TRK-SJ-8	137,765	<i>Scarf joint l/h=8</i>



Gambar 6. Perbandingan kuat tarik *butt joint* dan *scarf joint* kayu sengon

Dari Tabel 8 dan Gambar 6 dapat dilihat bahwa kuat tekan sambungan tegak jauh lebih rendah dibandingkan sambungan miring pada semua variasi kemiringan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kekuatan sambungan dalam menahan gaya tarik selain dipengaruhi oleh kemiringan sambungan (l/h), semakin besar kemiringan sambungan (l/h) maka kemampuan menahan gaya tarik semakin besar, juga dipengaruhi oleh luasan bidang geser permukaan rekatan.

4. SIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan tersebut di atas dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kuat tekan sambungan tegak rata-rata adalah $190,07 \text{ kg/cm}^2$. Pada sambungan miring (*scarf joint*) kuat tekan rata-rata untuk kemiringan $l/h=3$, $l/h=6$ dan $l/h=8$ berturut-turut adalah $78,709 \text{ kg/cm}^2$; $75,164 \text{ kg/cm}^2$ dan $74,629 \text{ kg/cm}^2$.
2. Kuat tekan sambungan tegak lebih tinggi dibandingkan sambungan miring pada semua variasi kemiringan. Hal tersebut menunjukkan bahwa sambungan tegak lebih kuat menerima gaya tekan karena pada sambungan miring bidang irisan sambungan yang berbentuk miring tidak mampu menerima gaya tekan yang besar.
3. Kuat geser sambungan tegak rata-rata adalah $43,82 \text{ kg/cm}^2$. Kuat geser sambungan miring rata-rata adalah $20,235 \text{ kg/cm}^2$.
4. Kuat geser sambungan tegak lebih tinggi dibandingkan sambungan miring pada semua variasi kemiringan. Hal tersebut menunjukkan bahwa sambungan tegak lebih kuat menahan gaya geser karena pada sambungan miring bidang irisan sambungan yang berbentuk miring tidak mampu menerima geseran yang besar.
5. Kuat tarik sambungan tegak kayu sengon rata-rata sebesar $25,468 \text{ kg/cm}^2$. Kuat tarik rata-rata sambungan miring untuk kemiringan $l/h=3$, $l/h=6$ dan $l/h=8$ berturut-turut adalah $127,984 \text{ kg/cm}^2$; $136,071 \text{ kg/cm}^2$ dan $137,765 \text{ kg/cm}^2$.
6. Kuat tekan sambungan tegak jauh lebih rendah dibandingkan sambungan miring pada semua variasi kemiringan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kekuatan sambungan dalam menahan gaya tarik selain dipengaruhi oleh kemiringan sambungan (l/h), semakin besar kemiringan sambungan (l/h) maka kemampuan menahan gaya tarik semakin besar, juga dipengaruhi oleh luas bidang geser permukaan rekatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1961. *Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia NI-5. 1961*. Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. Direktorat Jenderal Cipta Karya. Departemen Pekerjaan Umum.
- Awaludin, A. 2002. *Konstruksi Kayu*. Biro Penerbit KMTS Jurusan Teknik Sipil. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Prayitno, T.A. 1996. *Perekatan Kayu*. Fakultas Kehutanan. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Sasaki, H., McArthur, E., dan Gottstein, J.W. 1973. *Maximum Strength of End-Grain to End-Grain Butt Joint*. Forest Product Journal, Vol. 23, No. 2, pp 48-54.