

PENGUNAAN PEREKAT SEBAGAI ALAT SAMBUNG PADA KONSTRUKSI SAMBUNGAN KAYU

Darmono

Staf Pengajar Fakultas Teknik UNY

ABSTRACT

This research aims: (1) to observe the strength of wood join using adhesive in holding up the shearing load, (2) to observe the difference of shear strength of wood join using adhesive of several trademarks: GG, ZZ, FF, RR, and PP.

This is an experimental research conducted in the Construction Material Testing Laboratory, the Department of Civil Engineering and Planning Education, FT UNY. Five trademarks of adhesive are used: GG, ZZ, FF, RR, and PP, 10 samples for each trademark of adhesive. The total samples of this research are therefore 50. The data analysis technique to reject or accept the hypothesis uses the one way variant analysis. The test requirements for one way variant analysis are: (1) normality test and (2) homogeneity test.

The research results show that: (1) the mean of shear strength of wood join using the adhesive of GG is 14 kg/cm^2 , adhesive ZZ is $16,64 \text{ kg/cm}^2$, adhesive FF is 20 kg/cm^2 , adhesive RR is $22,64 \text{ kg/cm}^2$, and adhesive PP is $37,82 \text{ kg/cm}^2$. (2) There is a significance difference among shear strength of wood join using the adhesives of GG, ZZ, FF, RR, and PP. (3) The comparison result of the economical values viewed by the adhesive trademarks from the most to the least economical ones are FF, PP, RR, GG, and ZZ. (4) The comparison results of the adhesive characteristics from the most brittle to the most elastic ones are respectively RR, PP, FF, GG, and ZZ. (5) The comparison results of the cohesion power from the highest to the lowest ones are respectively RR, ZZ, PP, GG, and FF.

Key words: adhesive, joining material, and wood.

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara tropis sangat kaya dengan kayu sebagai hasil hutannya. Terdapat beberapa ribu jenis pohon di Indonesia yang memberikan hasil hutan yang membanggakan, khususnya di hutan-hutan di Pulau Jawa, Sumatra, Kalimantan, maupun Sulawesi.

Secara tradisional kayu telah dipakai untuk berbagai keperluan masyarakat dan dipakai pula untuk berbagai struktur bangunan. Dalam perkembangan teknologi bahan bangunan kayu tetap menunjukkan

keandalannya. Kayu mudah dalam pelaksanaan pekerjaannya. Ditinjau dari segi struktur, bangunan kayu lebih aman terhadap bahaya gempa dan apabila ditinjau dari segi arsitektur, bangunan kayu mempunyai nilai estetika yang tinggi. Sebagai bahan bangunan yang dapat dibudidayakan (*renewable*), kayu menjadi bahan bangunan yang relatif ekonomis.

Di negara penghasil kayu, terutama di Amerika dan Swedia, pada bangunan-bangunan gedung yang besar, pemakaian kayu sebagai struktur banyak menggantikan besi dan beton bertulang. Pada ke-

Penggunaan Perekat Sebagai Alat Sambung Pada ..., (Darmono)

mampuan dukung yang sama, kayu lebih murah 25% hingga 40% dibandingkan struktur baja atau beton bertulang.

Untuk struktur kayu dalam bentuk yang besar seperti pada kuda-kuda yang menggunakan kayu ukuran 8x12 cm biasanya digunakan sambungan dengan alat sambung paku maupun baut yang dikombinasikan dengan plat besi. Akan tetapi pada kuda-kuda dengan rangka kayu kecil (ukuran 5x7 cm) seperti yang banyak dipakai pada saat ini yaitu kuda-kuda jenis *pryda* dengan teknologi dari Australia, sambungan baut menjadi tidak tepat lagi. Dalam konstruksi kuda-kuda *pryda* tersebut sambungan dengan perekat yang dikombinasikan dengan kokot merupakan solusinya. Kuda-kuda jenis ini sudah banyak diterapkan pada bangunan gedung milik instansi pemerintah maupun swasta.

Kasus-kasus di atas, memerikan gambaran kiranya sambungan perekat merupakan solusi yang paling tepat. Pada kenyataannya, berbagai macam sambungan kayu banyak yang menggunakan perekat sebagai alat sambungnya meskipun masih dikombinasikan dengan alat sambung lain. Dengan alat sambung perekat yang dikombinasikan dengan alat sambung lain seperti *kokot bulldog* atau paku memungkinkan untuk membuat sambungan pada kayu yang mempunyai dimensi yang kecil seperti pada kuda-kuda jenis *pryda* maupun pada mebelair. Selain itu, sambungan dengan perekat akan memberikan tegangan ijin yang paling besar pada batas sesaran 1,5 mm dibandingkan dengan alat sambung lainnya. sambungan dengan perekat akan memberikan tegangan ijin sebesar tegangan maksimalnya atau $P_{ijin} = P_{maksimum}$ pada batas sesaran 1,5 mm (Soehen-drajati, 1990: 38).

Sambungan kayu dengan perekat akhir-akhir ini kembali banyak digunakan

baik pada konstruksi maupun pada mebelair. Di pasaran, pada saat ini banyak tersedia berbagai merk perekat kayu sebagai alat sambung kayu. Permasalahan yang timbul adalah karena banyaknya merk perekat yang tersedia di pasaran, para pemakai tidak tahu manakah diantara sekian banyak merk perekat tersebut yang mampu menghasilkan sambungan kayu yang paling kuat untuk menerima gaya geser, perekat yang paling ekonomis, perekat yang bersifat getas atau bersifat lentur, dan perekat yang mempunyai daya kohesi paling tinggi. Untuk itulah diperlukan suatu penelitian guna mengetahui karakteristik berbagai jenis perekat di pasaran tersebut. Guna menghindari hal-hal yang tidak diinginkan maka merk paten perekat yang dijadikan obyek dalam penelitian ini tidak ditulis secara eksplisit, hanya disajikan dalam bentuk kode saja.

Jenis perekat yang dipakai dalam penelitian ini adalah jenis yang paling banyak tersedia di pasaran dan paling banyak digunakan oleh konsumen yaitu jenis perekat *Poly Vinyl Azetat (PVA)*. Untuk jenis perekat yang lain tidak diikuti sertakan dalam penelitian ini karena sangat jarang ditemukan di pasaran dan sangat jarang digunakan oleh konsumen. Pengujian kekuatan sambungan perekat juga dibatasi pada kekuatan dalam menahan gaya geser.

Berdasarkan uraian pada latar belakang masalah di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan penelitiannya sebagai berikut: (1) Seberapa tinggi kekuatan geser sambungan kayu yang menggunakan perekat GG, ZZ, FF, RR dan PP? (2) Apakah terdapat perbedaan kekuatan geser sambungan kayu yang menggunakan perekat GG, ZZ, FF, RR dan PP? (3) Manakah diantara kelima jenis perekat tersebut yang paling ekonomis? (4) Manakah diantara kelima jenis perekat

tersebut yang paling lentur? (5) Manakah diantara kelima jenis perekat tersebut yang paling tinggi daya kohesinya?

Sesuai dengan rumusan masalah seperti tersebut di atas, maka tujuan penelitian eksperimen ini adalah: (1) Secara umum, untuk mengetahui kekuatan sambungan kayu yang menggunakan perekat dalam menahan beban geser. (2) Secara khusus, untuk mengetahui perbedaan kekuatan geser sambungan kayu yang menggunakan beberapa merk perekat, yaitu: GG, ZZ, FF, RR, dan PP. Manfaat penelitian ini adalah: (1) secara teoritis, memberikan sumbangan kajian penggunaan perekat sebagai alat penyambung kayu, dan (2) secara praktis, memberikan masukan tentang karakteristik berbagai jenis perekat bagi para pemakai bahan kayu untuk bahan dan konstruksi bangunan.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini yaitu: (1) kayu kamper, dan (2) perekat dengan merk GG, ZZ, FF, RR dan PP. Sedangkan instrumen yang diperlukan untuk melaksanakan pengujian dalam

penelitian adalah: (1) timbangan dengan ketelitian 0,01 gram, (2) jangka sorong (keliper), (3) oven, dan (4) *universal testing machine*.

Sesuai dengan tujuan penelitian yang ingin dicapai, maka penelitian ini dilakukan dengan membuat benda uji sambungan kayu dengan menggunakan perekat merk GG, ZZ, FF, RR dan PP sebagai alat sambungannya. Untuk mengkaji kekuatan lima merk perekat sebagai alat sambung kayu kajian teoritis berikut dapat dijadikan acuannya.

Kayu merupakan salah satu bahan bangunan yang secara kimiawi terdiri dari beberapa unsur yaitu: (a) selulosa sebanyak $\pm 60\%$, (b) lignin sebanyak $\pm 28\%$, dan (c) zat lain (zat gula dan lain sebagainya) sebanyak $\pm 12\%$. Kayu untuk struktur bangunan oleh Lembaga Penelitian Hasil Hutan di Bogor diklasifikasikan berdasarkan tingkat keawetan dan tingkat kekuatannya. Klasifikasi keawetan kayu tersebut dapat dikelompokkan menjadi lima seperti yang tertuang dalam SII.0458-81 (Anonim, 1981: 8).

Sedangkan berdasarkan kekuatannya kayu terbagi menjadi lima kelas kuat seperti tercantum dalam Tabel 1 berikut (Soehendradjati, 1990: 25).

Tabel 1. Tingkat Kekuatan Kayu

Spesifikasi	Kelas Kuat Kayu				
	I	II	III	IV	V
1. Kuat lentur (kg/cm^2)	1100	725	500	360	< 360
2. Kuat desak (kg/cm^2)	750	425	300	215	< 215
3. Berat Jenis (gr/cm^3)	0,9	0,6	0,4	0,3	< 0,3

Terkait dengan konstruksi sambungan kayu ini, Soehendrajati (1990: 6) mengemukakan bahwa berdasarkan sifat gaya yang bekerja dalam batang kayu, sambungan kayu dibedakan menjadi: (1) sambungan desak, (2) sambungan tarik, dan (3) sambungan momen. Jenis alat sambung yang dapat dikelompokkan menjadi: (1) paku, baut, dan sekrup, (2) pasak kayu keras, (3) alat sambung modern yang dapat berupa kokot *bulldog*, *geka*, *aligator*, *bufa*, cincin belah, dan (4) perekat.

Dalam menahan beban yang bekerja, sambungan kayu mempunyai angka aman antara dua sampai dengan empat dari gaya maksimal yang dapat didukung. Akibat gaya yang ditimbulkan oleh beban luar, sambungan kayu juga akan mengalami sesaran sesuai dengan besarnya gaya. Sesaran yang terjadi dibatasi < 1,5 mm agar pada struktur tidak timbul tegangan-tegangan sekunder yang menjadi sulit untuk diperhitungkan.

Lebih lanjut Soehendrajati (1990: 38) juga menjelaskan bahwa sambungan kayu dengan perekat merupakan sambungan yang paling baik dalam mendukung gaya karena paling kokoh. Selain itu, kayu yang disambung dengan perekat juga tidak mengalami pengurangan (perlemahan) luas penampang seperti pada alat sambung yang lain.

Bahan dasar perekat menurut Pandelaki dan Suryono (1979: 159) meliputi enam bagian yaitu: (a) Bahan pengikat yang akan membentuk lapisan yang padat apabila perekat telah mengering. (b) Bahan pelarut untuk melarutkan perekat jika terlanjur mengering. Bahan ini akan menguap setelah perekat mengering dan hanya digunakan bila ingin melarutkan perekat yang telah mengering. (c) Bahan pengencer yang berfungsi untuk mengatur kekentalan dari perekat dan akan menguap jika perekat mengering. (d) Bahan pelunak

yang berfungsi untuk memperbaiki kekenyalan perekat yang telah terlanjur mengering. (e) Bahan pengisi yang berguna untuk menambah volume perekat tanpa mengurangi mutunya. (f) Bahan pewarna. Lebih lanjut Pandelaki dan Suryono (1979: 163) mengemukakan bahwa semakin banyak zat pencair akan mengakibatkan perekat mempunyai sifat yang semakin getas atau rapuh.

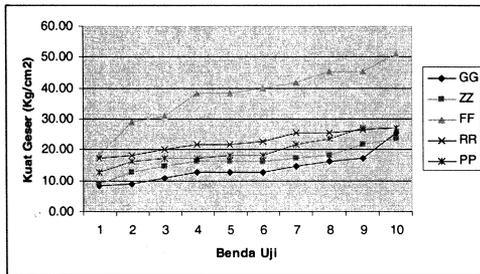
Berdasarkan jenis bahan yang digunakan, perekat dapat diklasifikasikan menjadi: (a) perekat panas, (b) perekat dingin, (c) perekat PVA, (d) perekat *harsa syntetis duroplastis*, dan (e) perekat kontak. Perekat panas atau disebut juga perekat glutin adalah perekat yang dibuat dari bahan dasar tulang atau kulit. Perekat jenis ini masih digolongkan menjadi beberapa jenis yaitu: (1) perekat tulang, (2) perekat kulit, (3) perekat kelinci, (4) perekat ikan, (5) perekat campuran (campuran dari perekat tulang dan perekat kulit), (6) perekat kerbau, (7) perekat rusia, dan (8) perekat *koln*. Perekat panas dipasarkan dalam bentuk tepung sehingga sebelum dipakai harus direndam terlebih dahulu selama \pm 18 jam. Pemakaiannya adalah setelah direndam dicampur dengan air dingin dengan perbandingan 1:1 kemudian dipanaskan sampai suhu 70°C. Keperekataan perekat jenis ini adalah mudah kotor dan mudah dilekati kotoran.

Perekat dingin adalah perekat dengan bahan dasar keju yang dibuat dari susu tak berlemak. Proses pembuatannya dengan pemanasan keju sampai terbentuk butiran-butiran dan dilanjutkan dengan pengepresan menjadi bungkah. Setelah bungkah tersebut kering kemudian digiling menjadi tepung. Campuran yang digunakan adalah kapur dan zat-zat dikalis. Untuk memakainya harus dicampur dengan air dingin sambil diaduk kemudian didiamkan selama $\frac{1}{4}$ jam. Kelebihan perekat jenis

Dari hasil analisis data disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan diantara sambungan kayu yang menggunakan berbagai merk perekat sebagai alat sambungnya dengan urutan paling kuat ke yang paling lemah adalah seperti pada Tabel 4.

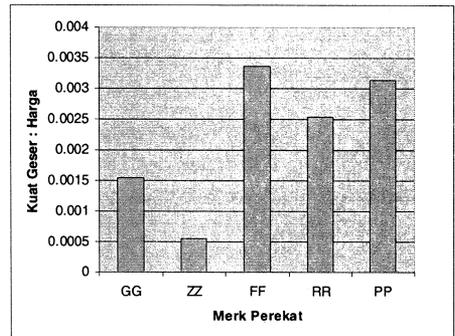
Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Geser (Kg/cm²)

No.	Merk Perekat	Rerata Kuat Geser	
		Nilai	Satuan
1	FF	37,82	Kg/cm ²
2	RR	22,64	Kg/cm ²
3	PP	20,00	Kg/cm ²
4	ZZ	16,64	Kg/cm ²
5	GG	14,00	Kg/cm ²



Gambar 2. Sebaran Data Uji Kuat Geser

Besarnya kekuatan geser yang dicapai oleh masing-masing merk perekat (dalam kg/cm²) apabila dibandingkan dengan harga masing-masing perekat (dalam rupiah) ternyata tidak bersifat linier. Besarnya perbandingan tersebut selengkapnya terlukis dalam Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Perbandingan Kuat Geser: Harga

Perekat kayu merk PVA yang terlalu banyak mengandung zat pencair akan mempunyai sifat yang getas (rapuh) dan mudah robek. Kadar zat pencair dalam perekat pada penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) merk GG 67,71%, (2) ZZ sebesar 47,64%, (3) FF sebesar 69,28%, (4) RR sebesar 84,36%, dan PP sebesar 81,01%.

Dari segi kekuatan terlihat bahwa perekat kayu merk FF mempunyai rerata keteguhan geser yang paling tinggi dibandingkan dengan perekat kayu lainnya yang dipakai dalam penelitian ini yaitu sebesar 37,82 kg/cm². Hal ini berarti apabila yang diinginkan oleh pemakai adalah mendaratkan keteguhan sambungan kayu dalam menahan gaya geser yang paling kuat tanpa mempertimbangkan faktor lain seperti: waktu tunggu, kecepatan mengering, ketahanan terhadap air, dan sebagainya maka diantara kelima perekat tersebut perekat kayu FF akan dapat memberikan keteguhan dalam menahan gaya geser yang paling tinggi dibandingkan dengan empat merk perekat lainnya.

Ditinjau dari *range*-nya terlihat bahwa meskipun memiliki kuat geser yang paling tinggi tetapi perekat merk FF memiliki *range* terlebar bahkan hampir dua kali lipat diantara yang lainnya yaitu sebesar $32,73 \text{ kg/cm}^2$. Hal ini mungkin disebabkan oleh daya kohesi (keteguhan) perekat FF tidak sebaik daya adhesinya (daya lekat pada bahan yang ditempelkan) sehingga ketebalan pengolesan perekat yang tidak sama pada tiap-tiap sampel akan memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap kuat gesernya. Kenyataan ini mengakibatkan standar deviasinya menjadi yang paling tinggi diantara perekat lainnya yaitu sebesar $9,54 \text{ kg/cm}^2$. Besarnya standar deviasi ini menggambarkan bahwa ketelitian dalam pembuatan sambungan perekat dengan FF akan memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap kuat gesernya.

Ditinjau dari nilai minimal dan maksimal kuat gesernya, perekat FF mempunyai nilai minimal sebesar $18,18 \text{ kg/cm}^2$ yang hampir sama dengan nilai minimal perekat RR sebesar $17,27 \text{ kg/cm}^2$ tetapi nilai maksimal FF sebesar $50,91 \text{ kg/cm}^2$ jauh melampaui nilai maksimal perekat RR sebesar $27,27 \text{ kg/cm}^2$. Hal ini semakin mengindikasikan bahwa apabila pelaksanaan pembuatan sambungan dengan perekat FF dilakukan dengan tidak teliti maka hasil kekuatannya akan tidak jauh berbeda dengan perekat RR, tetapi bila pelaksanaan pembuatan sambungan dilakukan dengan hati-hati akan memberikan kekuatan geser yang jauh di atas kekuatan geser perekat RR dan perekat merk lainnya.

Apabila mempertimbangkan nilai ekonomis yaitu perbandingan kuat geser yang dicapai (dalam kg/cm^2) dengan harga perekat (dalam rupiah), perekat FF tetap menempati urutan teratas. Dengan demikian selain mempunyai kuat geser yang paling tinggi, perekat FF juga

mempunya: nilai ekonomis yang paling tinggi pula.

Dari uji kadar zat pencair dapat dilihat bahwa perekat merk FF mempunyai kadar zat pencair sebesar 69,28% yang berada di tengah-tengah kadar zat pencair perekat lainnya. Hal ini berarti perekat merk FF mempunyai kadar zat pencair yang sedang sehingga perekat yang dihasilkan akan tidak terlalu getas dan tidak terlalu kenyal. Dari uji *Post Hoc* yang merupakan tindak lanjut dari uji F sebagai uji hipotesis dalam penelitian ini diperoleh hasil bahwa rerata kuat geser perekat merk FF berbeda secara signifikan apabila dibandingkan dengan perekat merk GG, ZZ, RR, dan PP. Dengan demikian perbedaan nilai rerata kuat geser perekat FF yang jauh lebih tinggi dibanding dengan yang lainnya bukan hanya dapat diterapkan dalam sampel saja tetapi dapat digeneralisasikan ke wilayah yang lebih luas dengan catatan kondisinya sama dengan kondisi dalam penelitian yang meliputi tingkat siap pakai, tenggang waktu, waktu tunggu pengusapan perekat sampai pelekatan, waktu penekanan,, waktu pengeringan, jenis kayu, dan suhu udara.

Penelitian ini menemukan bahwa perekat kayu merk RR mempunyai rerata keteguhan geser sebesar $22,64 \text{ kg/cm}^2$ jauh di bawah perekat FF tetapi yang paling tinggi dibandingkan dengan tiga perekat kayu lainnya (PP, ZZ, dan GG). Hal ini berarti apabila yang diinginkan oleh pemakai adalah mendapatkan keteguhan sambungan kayu dalam menahan gaya geser yang kuat tanpa mempertimbangkan faktor lain seperti waktu tunggu, kecepatan mengering, ketahanan terhadap air, dan sebagainya maka perekat RR merupakan alternatif kedua setelah perekat FF dengan resiko akan mendapatkan keteguhan dalam menahan gaya geser jauh di bawah FF tetapi paling tinggi diantara tiga jenis

ini adalah tingkat siap pakai relatif singkat karena perekat jenis ini lekas menjadi kental. Disamping itu, perekat jenis ini juga tahan terhadap kelembaban.

Perekat poly vinyl azetat (PVA) yaitu perekat yang berbahan dasar *syntetis thermoplastis* yang besarnya hanya 1/1000 mm. Proses pelarutan bahan syntetis ke dalam air disebut dengan *dispersion*. Bahan *syntetis thermoplastis* akan menjadi lembek pada temperatur tinggi dan jika dicampur dengan air bagian-bagiannya akan melebur membentuk suatu lapisan *film* yang tak berwarna. Waktu tunggu proses pengerasan perekat jenis ini singkat jika didukung oleh faktor-faktor antara lain: (1) kadar air dalam kayu rendah, (2) pengolesan perekat cukup tipis dan hanya pada satu sisi, (3) kelembaban udara rendah, (4) temperatur udara tinggi, dan (5) pengepresan kayu tinggi. Keunggulan perekat jenis ini adalah mudah disesuaikan dengan kebutuhan dengan cara mencampur zat-zat lain untuk mempengaruhi kecepatan mengerasnya, ketahanan terhadap panasnya, dan ketahanan terhadap kelembaban.

Perekat harsa syntetis duroplastis merupakan persenyawaan antara *formaldehyde* dengan bahan lain seperti *urea*

atau *phenol*. Keunggulan perekat ini adalah tahan terhadap kelembaban, panas, dan jamur, akan tetapi mempunyai kelemahan lama penyimpanan terbatas dan tenggang waktu guna singkat

Perekat kontak mempunyai bahan dasar *neopren* (karet tiruan), campuran vulkanisir, harsa, zat penahan air, dan zat pengisi perekat *neopren* mempunyai daya tahan tinggi terhadap keausan dan sangat elastis. Daya tahan terhadap panas dapat meningkat sampai 130-150°C apabila ditambah dengan bahan *accelerator*. Diantara kelima jenis perekat tersebut di atas yang paling sering digunakan adalah perekat jenis PVA. Oleh karena itu, perekat yang digunakan dalam penelitian ini adalah perekat jenis PVA.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

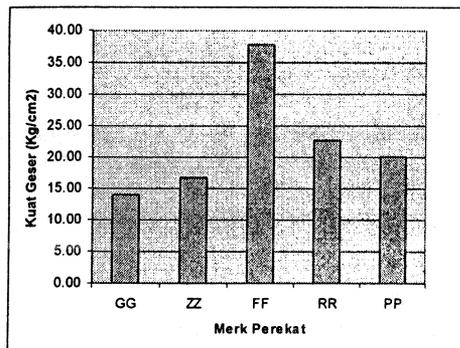
Penelitian penggunaan perekat berbagai merk dagang sebagai alat sambung konstruksi sambungan kayu ini dilakukan dengan mengendalikan beberapa variabel kontrol yang dapat mempengaruhi hasil kekuatan sambungan. Pengendalian beberapa variabel kontrol tersebut dikondisikan seperti pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Pengendalian Variabel Kontrol

No	Indikator	Merk Perekat				
		ZZ	FF	GG	RR	PP
1	Tingkat siap pakai perekat	Siap pakai				
2	Tenggang waktu guna	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi
3	Waktu tunggu pengusapan perekat sampai pelekatan	Langsung	Langsung	Langsung	Langsung	Langsung
4	Waktu penekanan sambungan	48 jam				
5	Waktu pengeringan sambungan	48 jam				
6	Jenis kayu	Kamper	Kamper	Kamper	Kamper	Kamper
7	Suhu udara	Suhu kamar				
8	Luas bidang geser	2x55 cm ²				

Penggunaan Perekat Sebagai Alat Sambung Pada ..., (Darmono)

Hasil rerata pengujian kuat geser penggunaan perekat sebagai alat sambung pada konstruksi sambungan kayu secara berturut-turut dari yang paling tinggi ke yang terendah adalah: (1) merk FF sebesar $37,82 \text{ kg/cm}^2$, (2) KR sebesar $22,64 \text{ kg/cm}^2$, (3) PP sebesar 20 kg/cm^2 , (4) ZZ sebesar $16,64 \text{ kg/cm}^2$, dan (5) GG sebesar 14 kg/cm^2 .



Gambar 1. Nilai Rerata Kuat Geser Sambungan Perekat

Untuk mencari perbedaan kuat geser pada konstruksi sambungan kayu yang menggunakan alat sambung berbagai merk perekat dilakukan dengan uji statistik anava satu jalur. Uji lanjut dilakukan dengan *Post Hoc* yang terlebih dahulu dilakukan pengujian persyaratan analisis yang meliputi uji normalitas data dan homogenitas varians. Uji normalitas data dengan *Chi Square* menunjukkan untuk semua merk perekat

mempunyai taraf signifikansi di atas 0,05 yang berarti bahwa semua data adalah berdistribusi normal. Untuk uji homogenitas varians menghasilkan nilai signifikansi hasil perhitungan sebesar 0,062 yang lebih besar dari 0,05. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa varians data penelitian adalah homogen sebarannya, sehingga dapat dilakukan pengujian anava satu jalur.

Hipotesis yang diuji dalam penelitian ini adalah "Terdapat perbedaan kekuatan geser antara sambungan kayu yang menggunakan alat sambung perekat merk GG, ZZ, FF, RR, dan PP". Hasil pengujian hipotesis dengan anava satu jalur memperoleh harga F hitung sebesar 25,826 dengan taraf signifikansi 0,000. Nilai F tabel dengan taraf signifikansi 0,05 dengan *numerator* 4 dan *denominator* 45 diperoleh harga F tabel sebesar 2,575. Dengan demikian F hitung jauh lebih besar dari F tabel sehingga dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak yang berarti bahwa "Terdapat perbedaan yang signifikan kekuatan geser antara sambungan kayu yang menggunakan alat sambung perekat merk GG, ZZ, FF, RR, dan PP."

Untuk menelusuri lebih lanjut letak perbedaan kekuatan geser diantara kelima merk perekat tersebut dilanjutkan dengan uji *Post Hoc*. Dari hasil uji *Post Hoc Test* diperoleh hasil yang dapat ditampilkan dalam bentuk matriks seperti Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Hasil Uji Beda dengan *Pos Hoc Test*

Merk Perekat	GG	ZZ	FF	RR	PP
GG		Tidak berbeda	Berbeda signifikan	Berbeda signifikan	Berbeda signifikan
ZZ	Tidak berbeda		Berbeda signifikan	Berbeda signifikan	Tidak berbeda
FF	Berbeda signifikan	Berbeda signifikan		Berbeda signifikan	Berbeda signifikan
RR	Berbeda signifikan	Berbeda signifikan	Berbeda signifikan		Tidak berbeda
PP	Berbeda signifikan	Tidak berbeda	Berbeda signifikan	Tidak berbeda	

perekat lainnya. Ditinjau dari *range* hasil kuat geser perekat RR terlihat bahwa meskipun memiliki kuat geser di bawah perekat FF tetapi memiliki *range* paling rendah diantara empat perekat yang lainnya yaitu sebesar 10 kg/cm^2 . Hal ini mungkin disebabkan oleh variasi daya adhesi dan kohesi perekat RR paling baik diantara yang lainnya sehingga ketebalan pengolesan perekat yang tidak sama tiap-tiap sampel tidak akan banyak mempengaruhi kekuatan gesernya. Rendahnya nilai *range* tersebut tentunya membuat standar deviasinya juga menjadi yang paling rendah diantara perekat lainnya yaitu sebesar $3,47 \text{ kg/cm}^2$. Kecilnya standar deviasi ini menggambarkan bahwa pengaruh ketelitian dalam pembuatan sambungan terhadap variasi kuat geser perekat RR tidak akan sebesar pengaruhnya apabila menggunakan perekat FF. Apabila mempertimbangkan nilai ekonomis yaitu perbandingan kuat geser yang dicapai (dalam kg/cm^2) dengan harga perekat (dalam rupiah), perekat RR, menempati urutan ketiga di bawah FF dan PP. Hasil uji kadar zat pencair menunjukkan bahwa perekat *merk* RR mempunyai kadar zat pencair paling banyak dibandingkan dengan *merk* yang lainnya yaitu sebesar 84,36%. Hal ini mengindikasikan bahwa perekat RR mempunyai sifat yang paling getas dibandingkan dengan perekat *merk* lainnya.

Dari uji *Post Hoc* yang merupakan tindak lanjut dari uji F sebagai uji hipotesis dalam penelitian ini diperoleh hasil bahwa rerata kuat geser perekat RR berbeda secara signifikan apabila dibandingkan dengan perekat FF, ZZ, dan GG tetapi tidak berbeda secara signifikan dengan perekat PP. Dengan demikian, perbedaan nilai rerata kuat geser RR dengan rerata kuat geser perekat FF, ZZ, dan GG bukan hanya dapat diterapkan dalam sampel saja tetapi dapat digeneralisasikan ke wilayah yang

lebih luas dengan catatan kondisinya sama dengan kondisi dalam penelitian yang meliputi tingkat siap pakai, tenggang waktu, waktu tunggu pengusapan perekat sampai pelekatan, waktu penekanan, waktu pengeringan, jenis kayu dan suhu udara. Perbedaan rerata kuat geser antara perekat RR sebesar $22,64 \text{ kg/cm}^2$ dengan perekat PP sebesar 20 kg/cm^2 hanya sebatas pada sampel penelitian saja dan tidak bisa digeneralisasikan ke wilayah yang lebih luas. Tidak adanya perbedaan secara signifikan antara perekat RR dan PP tersebut dimungkinkan karena kedua perekat tersebut merupakan produk dari pabrik yang sama dimana harga perekat RR di atas harga perekat PP.

Penelitian ini juga menemukan bahwa perekat kayu *merk* PP mempunyai rerata keteguhan geser sebesar 20 kg/cm^2 yang berada di bawah perekat FF dan RR tetapi di atas ZZ dan GG. Hal ini berarti dilihat dari keteguhan sambungan kayu dalam menahan gaya geser yang paling kuat tanpa mempertimbangkan faktor lain seperti: waktu tunggu, kecepatan mengering, ketahanan terhadap air, dan sebagainya maka perekat PP merupakan perekat yang mempunyai keteguhan geser sedang atau berada di tengah-tengah perekat lainnya.

Ditinjau dari *range* hasil kuat geser perekat *merk* PP terlihat bahwa perekat PP memiliki *range* sebesar $14,55 \text{ kg/cm}^2$ atau hampir setengah dari *range* perekat FF. Hal ini berarti bahwa ketebalan pengolesan perekat yang tidak sama tiap-tiap sampel masih tidak akan terlalu banyak mempengaruhi variasi kekuatan gesernya apabila dibandingkan dengan perekat FF dan GG. Standar deviasi yang tercapai sebesar $3,47 \text{ kg/cm}^2$ menggambarkan bahwa pengaruh ketelitian dalam pembuatan sambungan terhadap variasi kuat geser perekat PP tidak akan sebesar pengaruhnya apabila menggunakan perekat FF.

Penggunaan Perekat Sebagai Alat Sambung Pada ..., (Darmono)

Dari uji *Post Hoc* yang merupakan tindak lanjut dari uji F sebagai uji hipotesis dalam penelitian ini diperoleh hasil bahwa rerata kuat geser perekat PP berbeda secara signifikan apabila dibandingkan dengan perekat FF dan GG tetapi tidak berbeda secara signifikan dengan perekat RR dan ZZ. Dengan demikian perbedaan nilai rerata kuat geser PP dengan rerata kuat geser perekat FF dan GG bukan hanya dapat diterapkan dalam sampel saja tetapi dapat digeneralisasikan ke wilayah yang lebih luas dengan catatan kondisinya sama dengan kondisi dalam penelitian yang meliputi tingkat siap pakai, tenggang waktu, waktu tunggu pengusapan perekat sampai pelekatan, waktu penekanan, waktu pengeringan, jenis kayu dan suhu udara. Perbedaan rerata kuat geser antara perekat PP dengan perekat RR dan ZZ hanya sebatas pada sampel penelitian saja dan tidak bisa digeneralisasikan ke wilayah yang lebih luas. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa perekat merk PP mempunyai kuat geser di bawah FF dan RR dengan nilai ekonomis di bawah FF serta mempunyai kadar Zat pencair di bawah perekat yang mempunyai kadar Zat pencair paling tinggi yaitu RR sehingga mempunyai sifat yang lebih getas dibandingkan dengan GG, ZZ, dan FF.

Selain itu penelitian ini juga menemukan bahwa perekat kayu merk ZZ mempunyai rerata keteguhan geser sebesar $16,64 \text{ kg/cm}^2$ jauh di bawah perekat FF tetapi masih lebih tinggi dibandingkan dengan perekat GG. Hal ini berarti apabila yang diinginkan oleh pemakai adalah mendapatkan keteguhan sambungan kayu dalam menahan gaya geser tanpa mempertimbangkan faktor lain seperti: waktu tunggu, kecepatan mengering, ketahanan terhadap air, dan sebagainya maka perekat ZZ merupakan alternatif apabila perekat FF, RR dan PP tidak tersedia, dengan resiko

akan mendapatkan keteguhan dalam menahan gaya geser bawah perekat FF, RR, dan PP tetapi akan lebih tinggi dari pada perekat GG.

Ditinjau dari range hasil kuat geser perekat merk ZZ terlihat bahwa perekat ini memiliki range sebesar $14,55 \text{ kg/cm}^2$ sama dengan range perekat PP dan hampir setengah dari range perekat FF. Hal ini berarti bahwa ketebalan pengolesan perekat yang tidak sama tiap-tiap sampel masih tidak akan terlalu banyak mempengaruhi variasi kekuatannya dibandingkan apabila menggunakan perekat FF dan GG. Standar deviasi yang tercapai sebesar $4,16 \text{ kg/cm}^2$ menggambarkan bahwa pengaruh ketelitian dalam pembuatan sambungan terhadap variasi kuat geser perekat ZZ tidak akan sebesar pengaruhnya apabila menggunakan perekat FF dan GG.

Apabila mempertimbangkan nilai ekonomis yaitu perbandingan kuat geser yang dicapai (dalam kg/cm^2) dengan harga perekat (dalam rupiah), perekat ZZ menempati urutan terakhir dan jauh berada di bawah yang lainnya. Perekat ZZ mempunyai harga tertinggi dibandingkan dengan yang lainnya (hampir dua kali perekat FF) tetapi mempunyai kuat geser di bawah FF, RR, dan PP. Nilai perbandingan ini terlihat jelas seperti tergambar dalam Gambar 3. Dengan demikian, perekat ZZ merupakan perekat yang paling tidak ekonomis dibandingkan dengan merk lainnya. Hal ini kemungkinan disebabkan fungsi dari perekat ZZ akan lebih cocok bukan sebagai bahan perekat tetapi sebagai bahan pencampur bahan bangunan lain seperti cat dinding atau plamir tembok. Hasil penguji kadar zat pencair menunjukkan bahwa perekat merk ZZ mempunyai kadar zat pencair paling rendah dibandingkan dengan merk lainnya yaitu sebesar 47,64%. Hal ini mengindikasikan

bahwa perekat merk ZZ mempunyai sifat yang paling kenyal dibandingkan dengan perekat merk lainnya.

Dari uji *Post Hoc* yang merupakan tindak lanjut dari uji F sebagai uji hipotesis dalam penelitian ini diperoleh hasil bahwa rerata kuat geser perekat merk ZZ berbeda secara signifikan apabila dibandingkan dengan perekat FF dan RR tetapi tidak berbeda secara signifikan dengan perekat GG dan PP. Dengan demikian perbedaan nilai rerata kuat geser ZZ dengan rerata kuat geser perekat FF dan RR bukan hanya dapat diterapkan dalam sampel saja tetapi dapat digeneralisasikan ke wilayah yang lebih luas dengan catatan kondisinya sama dengan kondisi dalam penelitian yang meliputi tingkat siap pakai, tenggang waktu, waktu tunggu pengusapan perekat sampai pelekatan, waktu penekanan, waktu pengeringan, jenis kayu dan suhu udara. Perbedaan rerata kuat geser antara perekat ZZ dengan perekat GG dan PP hanya sebatas pada sampel penelitian saja dan tidak bisa digeneralisasikan ke wilayah yang lebih luas. Tidak adanya perbedaan secara signifikan antara perekat ZZ dengan perekat GG dan PP tersebut dimungkinkan karena kuat geser sampel ketiga perekat tersebut tidak terlalu jauh perbedaannya. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa perekat ZZ mempunyai kuat geser di bawah FF, RR dan PP serta nilai ekonomis paling rendah dengan kadar Zat pencair paling rendah sehingga mempunyai sifat yang paling kenyal di antara kelima perekat dalam penelitian ini.

Kadar zat pencair yang tertuang pada tabel 12 menunjukkan bahwa kadar zat pencair perekat GG sebesar 67,71 % mempunyai kadar zat pencair lebih rendah dibanding RR, PP dan FF tetapi lebih tinggi dibanding ZZ. Hal ini mengindikasikan bahwa perekat GG mempunyai sifat yang lebih kenyal dibandingkan dengan RR, PP dan FF tetapi lebih getas dibandingkan ZZ.

Dari uji *Post Hoc* yang merupakan tindak lanjut dari uji F sebagai uji hipotesis dalam penelitian ini diperoleh hasil bahwa rerata kuat geser perekat GGA berbeda secara signifikan apabila dibandingkan dengan perekat FF, RR, dan PP tetapi tidak berbeda secara signifikan dengan perekat ZZ. Dengan demikian perbedaan nilai rerata kuat geser GG dengan rerata kuat geser FF, RR, dan PP bukan hanya dapat diterapkan dalam sampel saja tetapi dapat digeneralisasikan ke wilayah yang lebih luas dengan catatan kondisinya sama dengan kondisi dalam penelitian yang meliputi tingkat siap pakai, tenggang waktu, waktu tunggu pengusapan perekat sampai pelekatan, waktu penekanan, waktu pengeringan, jenis kayu dan suhu udara. Perbedaan rerata kuat geser antara perekat GG dengan ZZ hanya sebatas pada sampel penelitian saja dan tidak bisa digeneralisasikan ke wilayah yang lebih luas. Tidak adanya perbedaan secara signifikan antara perekat GG dengan perekat ZZ tersebut dimungkinkan karena kuat geser sampel ketiga perekat tersebut tidak terlalu jauh perbedaannya. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa perekat merk GG mempunyai kuat geser paling rendah dibandingkan dengan perekat lainnya yang digunakan dalam penelitian ini. Nilai ekonomisnya diatas ZZ serta dibawah FF, PP, dan RR. Kadar zat pencairnya di atas ZZ sehingga mempunyai sifat yang lebih getas dibanding ZZ dan di bawah FF, RR, dan PP sehingga lebih kenyal dibanding FF, RR, dan PP.

Berdasarkan sifat sambungan kayu yang menggunakan alat perekat sebagai alat sambungnya akan dapat memikul P sebesar P maksimum dalam batas sesaran 1,5 mm, maka kekuatan geser yang diijinkan untuk masing-masing merk perekat sebagai alat sambung pada sambungan kayu adalah sebagai berikut: (a) Perekat FF dapat memberikan P sebesar

Penggunaan Perekat Sebagai Alat Sambung Pada ..., (Darmono)

37,82 kg/cm², (b) Perekat RR dapat memberikan P sebesar 22,64 kg/cm², (c) Perekat PP dapat memberikan P sebesar 20 kg/cm², (d) Perekat ZZ dapat memberikan P sebesar 16,64 kg/cm², dan (e) Perekat GG dapat memberikan P sebesar 14 kg/cm².

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka kelima jenis perekat tersebut dapat di golongkan menurut: kekuatan gesernya, variansnya, perbandingan kuat geser dengan harganya, dan kadar airnya. Semakin tinggi kekuatannya akan semakin kuat dalam menahan gaya geser, semakin tinggi variansnya akan semakin menunjukkan daya kohesinya semakin rendah, semakin tinggi perbandingan kuat geser dengan harganya akan menunjukkan semakin ekonomis, dan semakin tinggi kadar airnya akan menunjukkan semakin getas sifatnya. Penggolongan tersebut adalah seperti Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Penggolongan Perekat Berdasarkan Hasil Penelitian

Ranking Urutan	Penggolongan Berdasarkan			
	Kuat geser	Varians	Perbandingan Kuat Geser dengan Harga	Kadar Zat Pencair
1	FF	FF	FF	RR
2	RR	GG	PP	PP
3	PP	PP	RR	FF
4	ZZ	ZZ	GG	GG
5	GG	RR	ZZ	ZZ

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari penelitian tentang penggunaan berbagai bahan perekat sebagai alat sambung pada sambungan kayu ini adalah sebagai berikut: (1) Rerata kuat geser sambungan kayu yang menggunakan perekat merk GG sebesar 14 kg/cm², perekat ZZ sebesar 16,64 kg/cm², perekat FF sebesar 20 kg/cm², perekat RR sebesar 22,64 kg/cm², dan perekat PP sebesar 37,82 kg/cm². (2)

Terdapat perbedaan yang signifikan antara kekuatan geser sambungan kayu yang menggunakan perekat merk GG, ZZ, FF, RR, dan PP. (3) Perekat yang bernilai ekonomis dari urutan yang paling tinggi ke yang paling rendah adalah merk FF, PP, RR, GG, dan ZZ. (4) Ditinjau dari sifat kekenyalannya, perekat yang mempunyai sifat dari yang paling kenyal ke yang paling getas adalah merk ZZ, GG, FF, PP, dan RR. (5) Sedangkan dilihat dari daya kohesinya, perekat yang mempunyai daya kohesi paling tinggi ke yang paling rendah secara berturut-turut adalah merk RR, ZZ, PP, GG, dan FF.

Pada perbandingan dalam nilai ekonomis terlihat bahwa harga perekat yang mahal ternyata belum tentu menghasilkan kuat geser yang tinggi. Pengolesan perekat yang kurang merata ketebalannya ataupun terlalu tebal sangat mempengaruhi pada

kuat geser sambungan. Daya kohesi yang rendah menyebabkan lapisan pengolesan terlalu tebal sehingga menurunkan kuat geser sambungan secara drastis.

Saran-saran yang dapat disampaikan berdasarkan hasil penelitian ini adalah: (1) Perekat yang digunakan dalam penelitian ini terbatas pada perekat jenis PVA, padahal masih terdapat berbagai jenis perekat lain yaitu: perekat panas, perekat dingin, perekat harsa syntetis duroplastis dan perekat kontak. Untuk itu perlu dilakukan

penelitian lanjutan dengan menggunakan berbagai jenis bahan perekat tersebut. (2) Pengujian yang dilakukan untuk mengukur kekuatan perekat sebagai alat sambung pada konstruksi sambungan kayu dalam

penelitian ini hanya terbatas pada uji geser saja. Untuk itu, perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menguji kekuatan perekat dalam menahan beban lain misalnya gaya lentur dan momen.

DAFTAR PUSTAKA

- Alhusin, Syahri. 2003. *Aplikasi Statistik Praktis dengan SPSS 10.0*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Anonim. 1981. SII-04S8-81. *Mutu Kayu Bangunan*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Industri Departemen Perindustrian.
- Hong, Tjoa Pwee dan Djokowahjono. 1996. *Konstruksi Kayu*. Yogyakarta: Penerbitan Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Pandelaki, Paul H. dan Suryono. 1979. *Ilmu Bahan Bangunan 2*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Pendidikan Menengah dan Kejuruan.
- Soehendradjati. 1990. *Kayu untuk Struktur*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM.
- Sudjana. 1992. *Metoda Statistika*. Bandung: Tarsito.
- Sugiyono. 1997. *Statistika untuk Penelitian*. Bandung: Alfa Beta.
- Sugiyono. 2004. *Statistika untuk Peneitian dan Aplikasi dengan SPSS 10.0 for Windows*. Bandung: Alfabeta.
- Tjokodimulyo, Sukardiyono. 1998. *Petunjuk Praktikum Bahan Bangunan*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM
- Wirjomartono, Suwarno, dkk. 1980. *Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia*. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan.