

# Pengaruh Umur Panen Pinus Hutan Tanaman terhadap Kualitas Kayu Pertukangan

## *Effect of Harvesting Age of Pine from Forest Plantation on Quality of Wood Construction Materials*

Nurwati Hadjib dan Osly Rachman

### Abstract

Research on some properties of wood Pine (*Pinus merkusii* Jungh et de Vriese) to determine technical rotation for wood construction materials matched to the technical requirements. Pine wood investigated originated from KPH Sukabumi, West Java, from site index III and age of 17, 21, 23, 27 and 28 years. The results showed that morphology, diameter at breast height (DBH), sawing recovery, volume, veneer recovery and bonding strength were not significantly different at 95% confidence level. DBH and cylindricity tend to increase from age of 17 years until 27 years and decrease at 28 years in parabolic. The maximum DBH reach at 25 years, while cylindricity at 26 years. The sawing recovery tends to increase from 17 to 21 years, decrease at 23 years and increase at 27 years. Screw withdrawal resistance of five age level wood tested were significantly different. The relationship between age and wood properties tested tends to the same pattern, paraboloid, while volume and veneer recovery were linear. Differentiated of these equation showed that maximum DBH reach at age of 25, sawing recovery 28 years, maximum density and screw withdrawal resistance at 23 years, bonding strength and wettability at 22 years. Based on its machining properties, wood from 17-21 years belong to class II, and class I for 23 ~ 28 years.

**Key words:** timber estate, wood properties, technical rotation, wood quality, wood construction materials.

### Pendahuluan

Penggunaan kayu dari Hutan Tanaman Industri (HTI) dikelompokkan menjadi tiga, yaitu HTI kayu serat, kayu pertukangan dan kayu energi. Dari 20 kelompok jenis kayu yang direkomendasikan untuk HTI, hampir seluruhnya termasuk kelompok kayu pertukangan, antara lain Meranti, Pinus, Sengon, Jabon, Sungkai dan Ramin. Sedangkan daur pohon untuk HTI kayu pertukangan adalah 10 ~ 30 tahun (Karnasudirdja dan Kadir 1993). Pembangunan HTI telah dimulai sejak tahun 1985, maka diasumsikan saat ini telah ada pohon yang berumur lebih dari 20 tahun. Pendeknya umur panen ini menjadikan HTI pertukangan dibayangi keraguan pada kualitas kayunya. Sementara data dan informasi yang tersedia tentang kualitas kayu HTI, terutama kualitas kayu HTI pertukangan belum memadai.

Tujuan pengelolaan hutan tanaman adalah mempercepat pertumbuhan kayu dan memaksimalkan produksi kayu dengan berbagai teknik silvikultur yang diterapkan, antara lain adalah pemupukan, mengurangi kompetisi cahaya, pengaturan jarak tanam, penjarangan dan pemangkasan. Haygreen and Bowyer (1982) menyatakan bahwa apa saja yang dilakukan untuk mengubah laju pertumbuhan dengan teknik silvikultur tertentu maka dapat pula mengubah sifat-sifat kayu yang dibentuknya. Penelitian pada Yellow poplar (*Liriodendron tulipifera*) menunjukkan bahwa pada pertumbuhan yang dipercepat, kerapatannya 8% lebih tinggi. Gray dan Kyanka (1974) dalam Haygreen dan Bowyer (1982)

menemukan bahwa pada pohon Red pine yang dipupuk pada umur 16 tahun dan dipanen umur 36 tahun, usaha pada batas proporsi dan maksimum menurun tetapi Modulus of Elasticity (MOE) meningkat dan perubahan Modulus of Rupture (MOR) tidak nyata; sehingga, hal itu tidak berpengaruh terhadap kualitas kayu gergajian dan produk kayu utuh lainnya.

Punches (2004) mengatakan bahwa kualitas kayu adalah faktor-faktor yang menentukan kesesuaian kayu untuk tujuan penggunaan akhir tertentu. Faktor-faktor tersebut diantaranya adalah kerapatan, keseragaman lingkaran tahun, proporsi teras, ratio serat dengan pori, kelurusan arah orientasi serat, komposisi kimia, kehadiran kayu remaja (*juvenile wood*) dan tegangan tumbuh (*growth stress*), persentase bebas mata kayu, dan persen kayu batang bebas cabang. Pentingnya tiap faktor sangat bergantung kepada tujuan akhir penggunaan. Tang (2005) menyatakan, bahwa kayu pertukangan untuk pemikul beban tinggi ditentukan oleh faktor kerapatan, kekakuan dan stabilitas tinggi tetapi ini tidak berlaku pada kayu serat untuk pulp.

Haygreen dan Bowyer (1982) menyatakan bahwa pengaruh umur terhadap kualitas kayu belum banyak diperhatikan oleh peneliti yang mempelajari laju pertumbuhan hutan tanaman. Pada awal pertumbuhan, kerapatannya rendah dan naik selama jangka waktu kayu remaja, kemudian relatif tetap selama kayu dewasa dan kemudian menurun. Sifat-sifat kayu lainnya akan berubah sejalan penambahan umur tersebut.

Tulisan ini menyajikan tentang pengaruh umur panen Pinus tanaman terhadap kualitas kayu pertukangan, terutama pada morfologi dolog, penggergajian, pengerjaan, venir dan kayu lapis.

## Bahan dan Metode

### Bahan dan Alat

Bahan kayu yang digunakan adalah jenis kayu Pinus (*Pinus merkusii* Jungh et de Vries) dari areal HTI pertukangan dengan tingkat umur, yaitu umur 17, 21, 23, 27 dan 28 tahun. Jenis kayu tersebut tumbuh pada areal dengan bonita III (tiga) di daerah Sukabumi, Jawa Barat. Kayu disediakan sebanyak tiga pohon setiap tingkat umur dan dolog segar yang diambil dari batang bebas cabang. Dolog berukuran panjang 150 cm untuk penelitian penggergajian dan pengerjaan kayu dan 100 cm untuk pembuatan venir dan keterekatan.

Bahan kimia yang digunakan adalah bahan perekat Urea Formaldehida, Parafin dan Aquades untuk pengujian sifat fisis, penggergajian dan pengerjaan serta venir dan keterekatan. Peralatan yang digunakan adalah timbangan, oven, mesin uji universal, meteran, kaliper, palu dan perkakas tukang kayu. Untuk pengolahan kayu digunakan mesin gergaji (*bandsaw*), mesin serut, mesin amplas, mesin *shaper*, mesin bubut kayu, mesin bor kayu dan mesin kupas venir (*rotary cutter*).

### Prosedur Kerja

Prosedur kerja penelitian diawali dengan pengumpulan data primer di lapangan, meliputi diameter setinggi dada (DBH), tinggi batang bebas cabang dan diameter ujung untuk menghitung silindrisitas dan volume batang. Metode pengukuran dan perhitungan morfologi batang dan dolog mengikuti SNI 01-5007-2-2002 (Anonim 2000). Batang pohon selanjutnya dipotong-potong menjadi dolog kemudian dibawa ke laboratorium penggergajian dan produk majemuk Pusat Litbang Hasil Hutan, Bogor untuk contoh uji penggergajian dan pembuatan venir.

Pada proses penggergajian diamati rendemen dan pada kayu gergajiannya dilakukan pengamatan cacat, pengujian kerapatan, sifat pemesian dan kekuatan memegang sekrup. Pada proses pembuatan venir diamati rendemen dan pada hasil venir dilakukan pengujian keterbasahan (*wettability*) dan keteguhan rekat. Pengujian kerapatan mengikuti metode ASTM D143-94 (Anonim 2002a), sifat pemesian dengan metode ASTM D1666 (Anonim 2002b), kekuatan memegang sekrup dengan metode D 1761-88 (Anonim 2002c), keterbasahan mengacu kepada metode yang dilakukan oleh Wellon (1980) dan keteguhan rekat dengan metode JAS (Anonim 2003).

### Analisis Data

Semua data hasil pengamatan terhadap contoh uji kayu ditabulasi dan dihitung nilai-nilai statistiknya. Pengolahan data tersebut menggunakan rancangan acak lengkap dengan faktor tunggal umur yang terdiri dari lima tingkat dan tiap tingkat dilakukan tiga kali ulangan. Data selanjutnya diolah menggunakan analisis regresi sederhana linier dan non linier. Pengolahan data menggunakan komputer dengan perangkat lunak Statistik Six Sigma Minitab dan Excel (Trihendradi 2007).

## Hasil dan Pembahasan

### Morfologi Batang

Nilai rata-rata morfologi batang pohon Pinus pada lima tingkat umur disajikan seperti pada Tabel 1. Hasil analisis sidik ragam morfologi batang disajikan pada Lampiran 1.

Berdasarkan analisis sidik ragam dapat diketahui bahwa morfologi batang pada lima tingkat umur Pinus yang diselidiki tidak berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 95%. Namun demikian, analisis regresi sederhana menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang erat antara umur pohon masing-masing dengan DBH, silindrisitas dan volume perbatang disajikan pada Tabel 2.

Table 1. Average of morphology of Pine bolt.

| Age (years) | Height of Clear Bole (cm) | DBH (cm) | End Ø (cm) | Cylindricity (%) | Clear bole volume (m <sup>3</sup> ) |
|-------------|---------------------------|----------|------------|------------------|-------------------------------------|
| 17          | 1300                      | 25       | 15         | 63               | 0.4536                              |
| 21          | 890                       | 32       | 25         | 79               | 0.5129                              |
| 23          | 1163                      | 28       | 22         | 79               | 0.5164                              |
| 27          | 1353                      | 30       | 25         | 82               | 0.6705                              |
| 28          | 1367                      | 29       | 24         | 82               | 0.6710                              |

Table 2. Relationship of Pine tree and bolt morphology.

| Relationship                 | Regression                       | R <sup>2</sup> | X <sub>opt</sub> ,<br>(years) |
|------------------------------|----------------------------------|----------------|-------------------------------|
| DBH (y) and age (x)          | $y = -0.085x^2 + 4.186x - 20.95$ | 0.50           | 25                            |
| Cylindricity (y) and age (x) | $y = -0.255x^2 + 13.08x - 84.60$ | 0.97           | 26                            |
| Volume (y) and age (x)       | $y = 0.021x + 0.069$             | 0.92           | -                             |

Pada Tabel 1 dan 2 dapat dilihat bahwa DBH cenderung meningkat dari umur 17 tahun sampai umur 27 tahun, kemudian menurun pada umur 28 tahun membentuk regresi parabola. Dengan cara diferensiasi persamaan tersebut ( $dy/dx = 0$ ), diperoleh nilai maksimum DBH pada umur 25 tahun. Hubungan silindrisitas dan umur menunjukkan pola yang sama seperti DBH dengan umur, sehingga nilai maksimum silindrisitas batang diperoleh pada umur 26 tahun. Adapun hubungan volume batang dengan umur membentuk regresi linier positif yang artinya volume batang bebas cabang per pohon meningkat dengan semakin tingginya umur. Hal ini mungkin disebabkan silindrisitas pohon yang semakin tinggi dengan meningkatnya umur pohon seperti ditunjukkan Tabel 1, kolom 5.

#### Penggergajian dan Pengerjaan

Nilai rata-rata rendemen penggergajian, kerapatan dan kekuatan memegang sekrup kayu gergajian kering

udara pada lima tingkat umur disajikan pada Tabel 3. Hasil analisis sidik ragam sifat penggergajian disajikan pada Lampiran 1.

Berdasarkan analisis sidik ragam dapat diketahui bahwa rendemen penggergajian dan kerapatan tidak berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 95%, sedangkan kekuatan memegang sekrup pada arah sekrup tegak lurus serat berbeda nyata pada lima tingkat umur yang diselidiki (Lampiran 1). Selanjutnya, analisis regresi sederhana menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang cukup erat antara umur pohon, masing-masing dengan rendemen penggergajian, kerapatan kayu gergajian kering udara dan kekuatan memegang sekrup pada arah sekrup tegak lurus serat seperti disajikan pada Tabel 4.

Pada Tabel 3 dan 4 dapat dilihat bahwa rendemen cenderung meningkat dari umur 17 tahun sampai umur 21 tahun kemudian menurun pada umur 23 tahun tetapi meningkat lagi pada umur 27 tahun.

Table 3. Average of Pine wood lumber properties.

| Age (years) | Recovery (%) | Density | Screw Withdrawal Resistance (kg) |
|-------------|--------------|---------|----------------------------------|
| 17          | 43.3         | 0.54    | 102                              |
| 21          | 62.7         | 0.59    | 123                              |
| 23          | 51.1         | 0.61    | 129                              |
| 27          | 67.0         | 0.56    | 151                              |
| 28          | 65.6         | 0.58    | 136                              |

Table 4. Relationship between Pine trees age and its lumber properties.

| Relationship                                | Regression                       | R <sup>2</sup> | X <sub>opt</sub><br>(years) |
|---|----------------------------------|----------------|-----------------------------|
| Recovery (y) and Age (x)                    | $y = -0.100x^2 + 5.805x - 29.79$ | 0.70           | 28                          |
| Density (y) and Age (x)                     | $y = -0.001x^2 + 0.071x - 0.231$ | 0.78           | 23                          |
| Screw withdrawal resistance (y) and Age (x) | $y = -1.179x^2 + 54.99x - 496.6$ | 0.52           | 23                          |

Table 5. Average of Pine lumber specification.

| Age (years) | Number of Lumber per Log (pieces) | Frequency Distribution of Lumber (pieces) |          |          |         | Knot per Lumber (number) |
|-------------|-----------------------------------|---|----------|----------|---------|--------------------------|
|             |                                   | < 10 cm                                   | 10~15 cm | 16~20 cm | > 20 cm |                          |
| 17          | 4.7                               | 1.0                                       | 2.7      | 1.0      | 0.0     | 3.0                      |
| 21          | 7.0                               | 0.3                                       | 1.7      | 3.3      | 1.7     | 2.2                      |
| 23          | 4.7                               | 1.0                                       | 3.0      | 0.7      | 0.0     | 2.5                      |
| 27          | 7.0                               | 0.3                                       | 2.3      | 4.0      | 0.3     | 4.2                      |
| 28          | 6.7                               | 0.7                                       | 1.3      | 4.3      | 0.3     | 2.8                      |

Table 6. Machining properties of Pine wood tested.

| Age (years) | Planing |    | Shaping |    | Turning |    | Boring |    | Sanding |    |
|-------------|---------|----|---------|----|---------|----|--------|----|---------|----|
|             | 1       | 2  | 1       | 2  | 1       | 2  | 1      | 2  | 1       | 2  |
| 17          | 67      | II | 75      | II | 75      | II | 71     | II | 71      | II |
| 21          | 72      | II | 80      | II | 82      | I  | 81     | I  | 63      | II |
| 23          | 84      | I  | 75      | II | 88      | I  | 82     | I  | 84      | I  |
| 27          | 81      | I  | 66      | II | 80      | II | 83     | I  | 87      | I  |
| 28          | 81      | I  | 72      | II | 73      | II | 80     | II | 81      | I  |

Remarks: 1) percentage of defect free; 2) class or quality

Dengan analisis regresi, terbentuk hubungan parabola antara umur dengan rendemen. Dengan cara diferensiasi persamaan tersebut, diperoleh nilai maksimum rendemen pada umur 28 tahun. Hubungan kerapatan dengan umur serta kekuatan memegang sekrup arah tegak lurus serat dengan umur menunjukkan pola yang hampir sama seperti rendemen dengan umur sehingga nilai optimum kerapatan diperoleh pada umur 23 tahun dan nilai maksimum kekuatan memegang sekrup pada umur 23 tahun.

Gejala terjadinya penurunan kerapatan setelah kayu Pinus berumur 23 tahun sama seperti yang terjadi pada kayu 'Silverstop ash' (*Eucalyptus sieberi*) hutan tanaman di Australia, seperti yang dilaporkan oleh Innes *et al.* (2005). Haygreen dan Bowyer (1982) juga menyatakan, bahwa kerapatan akan naik selama jangka waktu kayu remaja, kemudian relatif tetap selama kayu dewasa dan kemudian menurun setelah melewati periode kayu dewasa. Penurunan kerapatan pada Pinus dapat disebabkan oleh menurunnya ketebalan dinding sel kayu setelah pohon Pinus berumur 23 tahun (Rachman *et al.* 2007). Hal ini juga berakibat menurunnya nilai kekuatan memegang sekrup setelah kayu berumur 23 tahun.

Spesifikasi kayu gergajian yang dihasilkan dari proses penggergajian dolok Pinus pada lima tingkat umur

seperti pada Tabel 5. Pada Tabel 5 dapat dilihat, bahwa jumlah papan tertinggi yang dihasilkan tidak melebihi 7 lembar yang diperoleh dari pohon berumur 21 tahun dan 27 tahun. Frekuensi lebar papan tertinggi adalah 16 ~ 20 cm yang dihasilkan dari pohon berumur 27 tahun. Jumlah mata kayu terbanyak dihasilkan oleh pohon umur 27 tahun, sekitar 4 buah per papan. Tetapi, mata kayu tidak selalu berarti cacat, karena dapat menimbulkan keindahan pada papan.

Nilai rata-rata hasil pengamatan persen bebas cacat permukaan contoh uji pemesian disajikan seperti pada Tabel 6. Berdasarkan klasifikasi sifat pemesian kayu, ternyata pemesian kayu Pinus termasuk kelas I ~ II atau bermutu baik sampai sangat baik pada selang umur 17 sampai 28 tahun. Namun bila diperhatikan lebih cermat, dapat dilihat bahwa pada umur 17 ~ 21 tahun kayu Pinus umumnya termasuk kelas II, setelah umur tersebut umumnya termasuk kelas I. Hal ini mungkin karena pada umur 17 ~ 21 tahun, kayu Pinus masih mengandung kayu remaja yang menyebabkan timbulnya cacat serat berbulu dan serat terangkat (*fuzzy grain* dan *raised grain*) pada permukaan hasil pemesian (Haygreen dan Bowyer, 1982).

Table 7. Average of veneer and bonding properties of Pine.

| Age (year) | Recovery (%) | Wettability (%) | Bonding Strength (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|------------|--------------|-----------------|--|
| 17         | 50.9         | 36.6            | 98.6                                   |
| 21         | 56.7         | 38.4            | 114.6                                  |
| 23         | 56.1         | 38.5            | 102.2                                  |
| 27         | 61.4         | 37.5            | 103.9                                  |
| 28         | 70.9         | 34.3            | 78.9                                   |

Table 8. Relationship between age of Pine trees and veneer and bonding properties.

| Relationship                     | Regression                       | R <sup>2</sup> | x <sub>opt</sub> (years) |
|----------------------------------|----------------------------------|----------------|--------------------------|
| Recovery (y) and Age (x)         | $y = 1.512x + 24.12$             | 0.81           | -                        |
| Bonding strength (y) and Age (x) | $y = -0.585x^2 + 25.19x - 160.2$ | 0.65           | 22                       |
| Wettability (y) and Age (x)      | $y = -0.095x^2 + 4.173x - 6.904$ | 0.80           | 22                       |

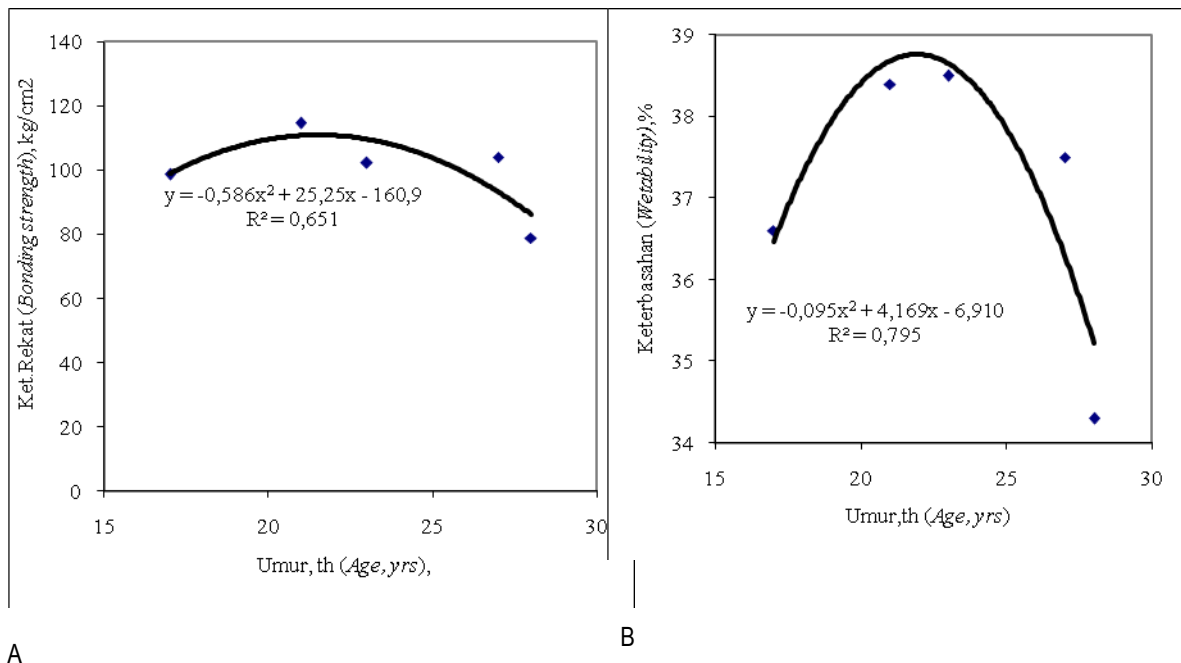


Figure 1. Relationship between age and bonding strength (A) and age and wettability (B).

### Venir dan Perakatan

Nilai rata-rata rendemen veneer, keterbasahan dan keteguhan rekat uji kering pada lima tingkat umur disajikan pada Tabel 7. Hasil analisis sidik ragam sifat veneer dan perekatan disajikan pada Lampiran 1.

Berdasarkan analisis sidik ragam dapat diketahui bahwa rendemen veneer dan keteguhan rekat tidak berbeda nyata, pada tingkat kepercayaan 95%, sedangkan keterbasahan berbeda nyata pada lima tingkat umur yang diselidiki (Lampiran 1). Selanjutnya, analisis regresi sederhana menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang cukup erat antara umur pohon, masing-masing dengan rendemen veneer, keterbasahan dan keteguhan rekat seperti disajikan pada Tabel 8.

Pada Tabel 7 dan 8 dapat dilihat bahwa rendemen veneer cenderung meningkat dari umur 17 tahun sampai umur 28 membentuk hubungan linier positif. Adapun hubungan umur dengan masing-masing keteguhan rekat dan keterbasahan membentuk regresi parabola. Dengan cara diferensiasi persamaan-persamaan tersebut, diperoleh nilai maksimum keteguhan rekat pada umur 22, sedangkan nilai keterbasahan diperoleh pula pada umur yang sama (22 tahun). Berdasarkan fenomena tersebut dapat dinyatakan bahwa meningkatnya keteguhan rekat pada umur 22 tahun disebabkan nilai keterbasahan mencapai titik tertinggi pada umur tersebut mengikuti hubungan parabolik seperti dapat dilihat pada Gambar 1.

Nilai keterbasahan memegang peranan penting dalam keteguhan rekat. Keterbasahan yang tinggi menghasilkan keteguhan rekat yang tinggi pula, membentuk hubungan linier positif dengan koefisien korelasi yang cukup tinggi, yaitu 0.94. Namun demikian, pada penelitian lain dinyatakan bahwa nilai keterbasahan yang tinggi cenderung menghasilkan keteguhan rekat relatif baik, karena keterbasahan bukan satu-satunya faktor penentu keteguhan rekat (Bodig dan Jayne. 1982; Jordan dan Wellons 1977 dalam Ruhendi *et al.* 2007)

### Kesimpulan dan Saran

1. Morfologi batang pada lima tingkat umur yang diselidiki tidak berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 95%. Namun demikian, analisis regresi sederhana menunjukkan bahwa terdapat hubungan parabola antara umur pohon masing-masing dengan DBH dan silindrisitas, sedangkan hubungan umur dengan volume per batang adalah linier positif. Nilai maksimum DBH diperoleh pada umur 25 tahun, sedangkan silindrisitas batang pada umur 26 tahun.
2. Rendemen penggergajian dan kerapatan tidak berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 95%, sedangkan kekuatan memegang sekrup berbeda nyata pada lima tingkat umur yang diselidiki. Hubungan antara umur, masing-masing dengan rendemen, kerapatan dan kekuatan memegang sekrup menunjukkan parabola. Nilai maksimum rendemen diperoleh pada umur 28 tahun, sedangkan nilai maksimum kerapatan dan kekuatan memegang sekrup diperoleh pada umur 23 tahun.
3. Jumlah papan per dolok tertinggi yang dihasilkan tidak melebihi 7 lembar yang diperoleh dari pohon berumur 21 tahun dan 27 tahun. Frekuensi lebar papan tertinggi adalah 16 ~ 20 cm yang dihasilkan dari pohon berumur 27 tahun. Jumlah mata kayu terbanyak dihasilkan oleh pohon umur 27 tahun, sekitar 4 buah per papan. Tetapi, mata kayu tidak selalu berarti cacat, karena dapat menimbulkan keindahan pada papan. Sifat pemesinan, kayu Pinus termasuk kelas I ~ II atau bermutu baik sampai sangat baik, pada selang umur 17 sampai 28 tahun.
4. Rendemen venir cenderung meningkat dari umur 17 tahun sampai umur 28 membentuk hubungan linier positif. Adapun hubungan umur dengan masing-masing keteguhan rekat dan keterbasahan membentuk regresi parabola. Nilai maksimum keteguhan rekat dan nilai keterbasahan diperoleh pada umur 22 tahun.
5. Untuk tujuan HTI pertukangan, maka daur teknis yang disarankan adalah umur 23 tahun. Umur tebang tersebut perlu dikombinasikan dengan umur dimana produksi getah mulai menurun, mengingat kelas perusahaan Pinus selain sebagai penghasil kayu, juga sebagai penghasil getah.

### Daftar Pustaka

- Anonim. 2000. SNI 01-5007-2-2000. Pengukuran dan Tabel Isi Kayu Bundar Rimba. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- \_\_\_\_\_. 2002a. Test Methods for Small Clear Specimens of Timber. Annual Book of ASTM Standards D 143-94 (2000). Vol 04.10. Wood. ASTM International. Baltiore, MD. USA.
- \_\_\_\_\_. 2002b. Methods for Conducting Machining Tests of Wood and Wood-Base Panels. Annual Book of ASTM Standards D 1666-87 (1999). Vol 04.10. Wood. ASTM International. Baltiore, MD. USA.
- \_\_\_\_\_. 2002c. Test Methods for Mechanical Fasteners in Wood. Annual Book of ASTM Standards D 1761-88 (2001). Vol 04.10. Wood. ASTM International. Baltiore, MD. USA.
- \_\_\_\_\_. 2003. Japanese Agricultural Standard for Glued Laminated Timber. Notification No. 234 February 27, 2003. The Japan Plywood Inspection Corporation, Tokyo.
- Bodig, J dan B. A, Jayne. 1982. Mechanical of Wood and Wood Composite. Van Nostrand Reinhold, Co. New York.
- Haygreen, J.G. and J.L. Bowyer. 1982. Forest Product and Wood Science An Introduction. Iowa State University Press. Ames. Iowa.
- Innes T.; M. Armstrong; G. Siemon. 2005. The Impact of Harvesting Age/tree Size on Sawing, Drying and Solid Wood Properties of Key Regrowth Eucalypt Species. FWPRDC, Victoria 8005. www.fwprdc.org.au. Diakses 2 Mei 2007.
- Karnasudirdja S. dan K. Kadir. 1993. Suatu Kajian Mengenai Kegunaan Jenis Kayu HTI untuk Pertukangan. Prosiding Diskusi Sifat dan Kegunaan Jenis Kayu HTI, 23 Maret 1989. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Jakarta.
- Punches J. 2004. Tree Growth, Forest Management, and their Implications for Wood Quality. <http://eesc.oregonstate.edu>. Diakses tanggal 7 April 2006.
- Rachman O.; N. Hadjib; Jasni; A. Santoso; S. Rulliaty; J. Malik. 2007. Penelitian Kualitas Kayu untuk Penetapan Daur Teknis HTI Pertukangan. Laporan Hasil Penelitian Tahun 2007. Pusat Litbang Hasil Hutan. Bogor. Tidak diterbitkan.
- Ruhendi S.; D.N. Koroh; F.A. Syamani; H. Yanti; Nurhaida; S. Saad; T. Sucipto. 2007. Analisis Perekatan Kayu. Fakultas Kehutanan, IPB. Bogor.
- Tang R.C. 2005. Information on Wood Quality, Properties, and Utilization of Southern Pine. <http://www.forestry.auburn.edu/sfnmc/class/tangwood.htm>. Diakses tanggal 18 April 2006.
- Trihendradi C. 2007. Statistik Six Sigma dengan Minitab. Andi Offset. Yogyakarta.
- Wellon J.D. 1980. Wettability and Gluability of Douglas fir Veneer. FPJ. 30 (7): 53-55.

Appendix 1a. Analysis of variance of Pine wood quality from plantation for structural uses.

| Properties                      | SS      | F      | P     |
|---------------------------------|---------|--------|-------|
| Sawing recovery                 | 1272    | 1.72   | 0.222 |
| Density                         | 0.11116 | 7.80*  | 0.004 |
| Screw withdrawal resistance     | 7880.3  | 43.36* | 0.000 |
| Bole height                     | 472973  | 2.52   | 0.108 |
| Diameter at breast height (DBH) | 84.4    | 1.45   | 0.287 |
| Cylindricity                    | 180.3   | 2.25   | 0.136 |
| Log volume                      | 0.1195  | 0.82   | 0.539 |
| Veneer recovery                 | 680.9   | 2.25   | 0.136 |
| Wettability                     | 36.003  | 10.77* | 0.001 |
| Bonding strength                | 2041    | 1.06   | 0.424 |

Remark: \*= significantly different

Appendix 1b. Mean comparison.

| Age<br>(year) | Screw withdrawal resistance) |       | Wettability |       | Density |       |
|---------------|------------------------------|-------|-------------|-------|---------|-------|
|               | Mean                         | Group | Mean        | Group | Mean    | Group |
| 17            | 97.30                        | A     | 36.36       | A     | 0.54    | A     |
| 21            | 145.87                       | C     | 38.42       | A     | 0.59    | B     |
| 23            | 128.53                       | B     | 38.52       | A     | 0.61    | B     |
| 27            | 154.00                       | C     | 37.47       | A     | 0.56    | B     |
| 28            | 101.10                       | A     | 34.29       | B     | 0.58    | B     |

Makalah masuk (*received*) : 05 September 2008

Diterima (*accepted*) : 17 April 2009

Revisi terakhir (*final revision*) : 06 Mei 2009

Nurwati Hadjib dan Osly Rachman  
 Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan  
 Forest Products Research and Development Center  
 Jalan Gunung Batu No. 5 PO. Box. 182 Bogor 16610,  
 Tel. : (0251) 633413  
 Fax. : (0251) 633378  
 Email : nurwati\_hadjib@yahoo.com  
 osly\_rachman@telkom.net