

## DISTRIBUSI BERAT JENIS DAN PENGARUHNYA TERHADAP *MAXIMUM STRAIN* KAYU SAMAMA (*ANTOCEPHALLUS MACROPHYLLUS*); BAGIAN DARI PENELITIAN REKAYASA KUALITAS KAYU SAMAMA DALAM RANGKA OPTIMALISASI PEMANFAATANNYA

Tekat Dwi Cahyono<sup>1</sup>, Imam Wahyudi<sup>2</sup>, Trisna Priadi<sup>2</sup>, Fauzi Febrianto<sup>2</sup>, Syarif Ohorella<sup>1</sup>, Juni La Djumat<sup>1</sup>, Usman Umarella<sup>1</sup>, Fitrianti Kaliky<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Pertanian Universitas Darussalam Ambon

<sup>2</sup>Departemen Teknologi Hasil Hutan IPB Bogor

*Corresponding author* : [tekatdwicahyono@gmail.com](mailto:tekatdwicahyono@gmail.com) (Tekat Dwi Cahyono)

### ABSTRAK

Kayu akan mengalami deformasi sampai mengalami kerusakan saat diberi beban. Batas dimana kayu mengalami perubahan bentuk tetapi tidak merusak struktur kayu dinamakan batas plastis. Penelitian ini dilakukan untuk melihat pengaruh berat jenis saat kayu diberi beban pada arah tangensial. Kayu Samama pada kondisi basah (baru ditebang), kering udara dan kering tanur pada berbagai posisi didalam

batang diberi pembebanan untuk melihat proses deformasinya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kayu Samama mampu menerima beban pada batas plastis sampai ketebalannya berubah dari 52-80% dimana korelasi antara berat jenis dengan *maximum strain* sangat tinggi.

**Kata kunci** : *stress strain, samama, berat jenis.*

### PENDAHULUAN

Kayu Samama merupakan salah satu tumbuhan pioneer endemik Sulawesi dan Maluku yang memiliki riap diameter 5-7 cm per tahun. Sifat dasar yang pernah diteliti adalah kayu Samama memiliki berat jenis 0,41, modulus elastisitas (MOE) 48.750, modulus of rupture (MOR) 560 kg cm<sup>-2</sup>, keteguhan tekan 293 kg cm<sup>-2</sup> dan keteguhan tarik 842 kg cm<sup>-2</sup>. Dengan sifat-sifat tersebut, jika digolongkan dalam kriteria PKKI NI5-1961, maka kayu Samama termasuk dalam kelas kuat III dan IV (Cahyono *et al.* 2012).

Kayu Samama telah banyak digunakan secara lokal di Maluku, namun dengan kelas kuatnya yang rendah, maka belum bisa menggantikan kayu kelas kuat yang lebih baik. Padahal disisi lain, kebutuhan kayu dengan kualitas baik semakin sulit dipenuhi dan walaupun ada harganya semakin mahal. Dengan rekayasa teknologi kayu, maka kayu Samama dapat ditingkatkan kelas kuatnya menjadi setingkat lebih baik dengan harga yang bersaing dengan kayu kelas tinggi. Salah satu solusi teknologi yang dapat digunakan adalah pemadatan (*staypack*).

Kayu dengan berat jenis rendah relatif mudah untuk dipadatkan karena berinding sel tipis sehingga kurang mampu menahan beban (Kutnar dan Šernek 2007). (Amin dan Dwianto 2006) menambahkan bahwa manfaat produk pemadatan cocok untuk lantai, furniture, bahan interior, bahan komposit keteknikan dan surface densified wood. Selanjutnya (Amin *et al.* 2004) mengemukakan bahwa pemadatan sebesar 33% terhadap kayu Randu, Jengkol, Manii, Mindi, Angsana dan Mangga mampu meningkatkan kerapatan sebesar 35,72%; MOE 80,07%; dan MOR 66,40% dari nilai awalnya.

Tingkat pemadatan yang optimal dilakukan berdasarkan kurva *stress-strain* kayu. Kurva *stress-strain* pada kayu mempunyai zonasi yaitu wilayah elastis (*elastic region*) di bagian awal, lalu diikuti dengan wilayah plastis (*collapse dominan region*), dan kemudian meningkat dengan sangat tajam (*post collapse region*) yang menunjukkan bahwa dinding sel kayu telah mengalami tegangan maksimum atau mengalami kerusakan (Shams *et al.* 2004). Penelitian tentang hal ini sudah banyak dilakukan, antara lain oleh (Ellis dan Steiner 2002), tetapi tidak dihubungkan dengan distribusi berat jenisnya. Sedangkan (Hartono 2012) melakukannya pada batang kelapa sawit.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui distribusi berat jenis pada berbagai posisi di dalam kayu dan kurva *stress-strain* untuk menentukan tingkat pemadatan optimal terhadap kayu Samama. Tujuannya adalah mendapatkan hubungan antara distribusi berat jenis dengan tingkat pemadatan optimal Kayu Samama.

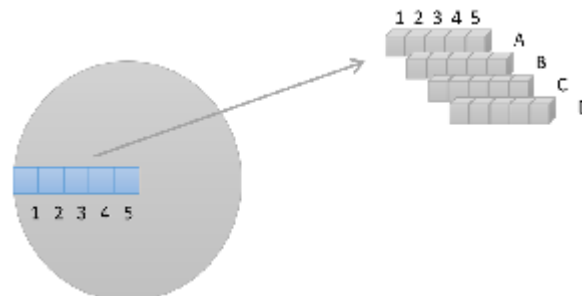
## METODOLOGI

Kayu Samama berasal dari Desa Saleman Kecamatan Seram Utara Kabupaten Maluku Tengah. Diameter kayu  $\pm 40$  cm dengan ketinggian bebas cabang 13 meter. Bagian bawah kayu diambil dengan jarak 50 cm dari permukaan tanah berbentuk disk dengan lebar 13 cm. Bagian tengah dan ujung diambil dengan jarak masing-masing 6 meter dari posisi pengambilan disk kayu bagian bawah. Selengkapnya disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Pembagian batang secara vertikal

Contoh uji *stress strain* dan berat jenis berukuran  $2 \times 2 \times 2$  cm diambil dari posisi bagian luar batang berurutan ke bagian luar ke arah empulur. Jumlah sampel disesuaikan dengan diameter disk bagian pangkal, tengah dan ujung. Selengkapnya disajikan pada Gambar 2.



Keterangan : A = Contoh uji kerapatan/berat jenis  
 B = Contoh uji *stress strain*  
 C = Contoh uji *stress strain* kering udara  
 D = Contoh uji *stress strain* kering tanur

Gambar 2 Pembagian batang secara horisontal

Pengujian *stress strain* dilakukan pada tiga kondisi, yaitu kondisi basah, kondisi kering udara dan kering tanur. Kondisi basah basah yaitu pada saat kayu segar setelah ditebang. Kondisi kering udara didapatkan setelah contoh uji diangin-anginkan dengan kipas angin selama 2 minggu (kadar air berkisar 15-18%). Sedangkan kondisi kering tanur didapatkan setelah contoh uji dioven pada suhu  $103^{\circ}\text{C}$  selama 48 jam. Berat jenis didapatkan dari perbandingan berat kering tanur contoh uji dibagi dengan volume kering udara.

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Kayu Samama. Alat-alat yang digunakan adalah gergaji, oven, kipas angin, bak perendaman, vakum, *caliper*, desikator, timbangan *digital*, *cutter*, mikroskop, dan *Universal Testing Machine* (UTM).

### Prosedur Analisis Data

Keeratan hubungan antara Berat jenis dan posisi pohon didekati dengan model pertumbuhan Malthus (Bahtiar dan Darwis 2014). Hal ini didasarkan karena Berat jenis mengikuti proses pertumbuhan pohon, dimana pohon yang masih muda memiliki berat jenis yang rendah dan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya umur pohon.

Dasar teorinya adalah kurva pertumbuhan Malthus (Persamaan 1) :

$$— = aN \quad (1)$$

Persamaan parametrik (Persamaan 1) diubah menjadi persamaan eksponensial menjadi (Persamaan 2):

$$N = N e \quad (2)$$

Kurva pertumbuhan (Persamaan 1 dan 2) akan terus naik sampai tanpa batas. Kondisi ini tidak rasional, karena pertumbuhan selalau dibatasi oleh genetik, kapasitas lingkungan, kerapatan populasi. Interaksi dari ketiga komponen tersebut menghasilkan penurunan pertumbuhan sampai parameter pertumbuhan maksimal tercapai. Parameter tersebut dinotasikan dengan garis asimtot (K) pada kurva pertumbuhan. Verhulst-Pearl memodifikasi persamaan maltus dengan fungsi linear menjadi Persamaan 3:

$$— = N(a + bN); a>0 \text{ dan } b \leq 0 \quad (3)$$

Parameter pertumbuhan maksimum (K) tercapai jika turunan pertama kurva pertumbuhan memiliki nilai 0. K adalah garis asimtot:

$$— = K(a + bK) = 0 \quad (4)$$

$$K = -- \quad (5)$$

Selanjutnya untuk menyesuaikan dengan beberapa kasus, persamaan pertumbuhan eksponensial dapat dimodifikasi dengan persamaan nonlinear. Bentuk umum modifikasi nonlinear pada model eksponensial disajikan pada persamaan 6:

$$— = N f(N) \quad (6)$$

Bentuk umum modifikasi nonlinear pada model eksponensial disajikan pada persamaan 7:

$$— = N f(N) \quad (7)$$

Fungsi  $f(N)$  akan disubstitusi dengan Persamaan logaritma, sehingga akan didapatkan Persamaan 8.

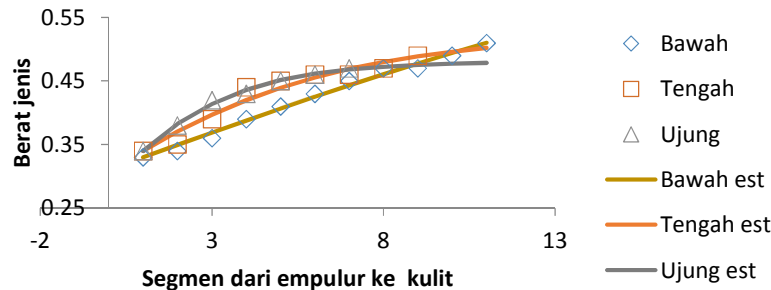
$$— = N (a \ln (N) + b) \quad (8)$$

Sementara itu untuk melihat korelasi hubungan antara Berat jenis dan *maximum strain* dilakukan dengan analisis regresi linear (Gaspersz 1991).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Distribusi Berat Jenis (BJ) Kayu Samama

BJ kayu Samama pada bagian bawah berkisar antara 0,32 – 0,51 dengan rata-rata sebesar 0,43. Sementara itu rata-rata berat jenis pada bagian tengah dan ujung sebesar 0,42. Selengkapnya disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3 Berat jenis kayu Samama pada berbagai segmen horisontal dan vertikal

Dari Gambar 3 terlihat bahwa kayu Samama bagian bawah, tengah dan ujung, memiliki pola distribusi berat jenis yang sama. BJnya semakin berkurang ke arah empulur. Variasi pengurangannya tidak terlalu besar, hanya berkisar 0,13 pada bagian ujung dan 0,18 pada bagian pangkal. Sedangkan selisih pada bagian tengah sebesar 0,16. Sementara itu pengurangan rata-rata BJ dari bagian bawah ke arah tengah sebesar 0,01, sedangkan dari bagian tengah ke bagian ujung tidak ada perbedaan.

Model hubungan antara berat jenis dengan segmentasi kayu Samama didekati dengan model sigmoid yang dimodifikasi dengan fungsi logaritma (Bahtiar dan Darwis 2014). Dasarnya adalah proses pertumbuhan sel penyusun kayu akan yang mengalami proses pertumbuhan yang signifikan di awal pertumbuhan dan cenderung stabil pada titik tertentu. Hasil modelnya disajikan pada Tabel 1 berikut.

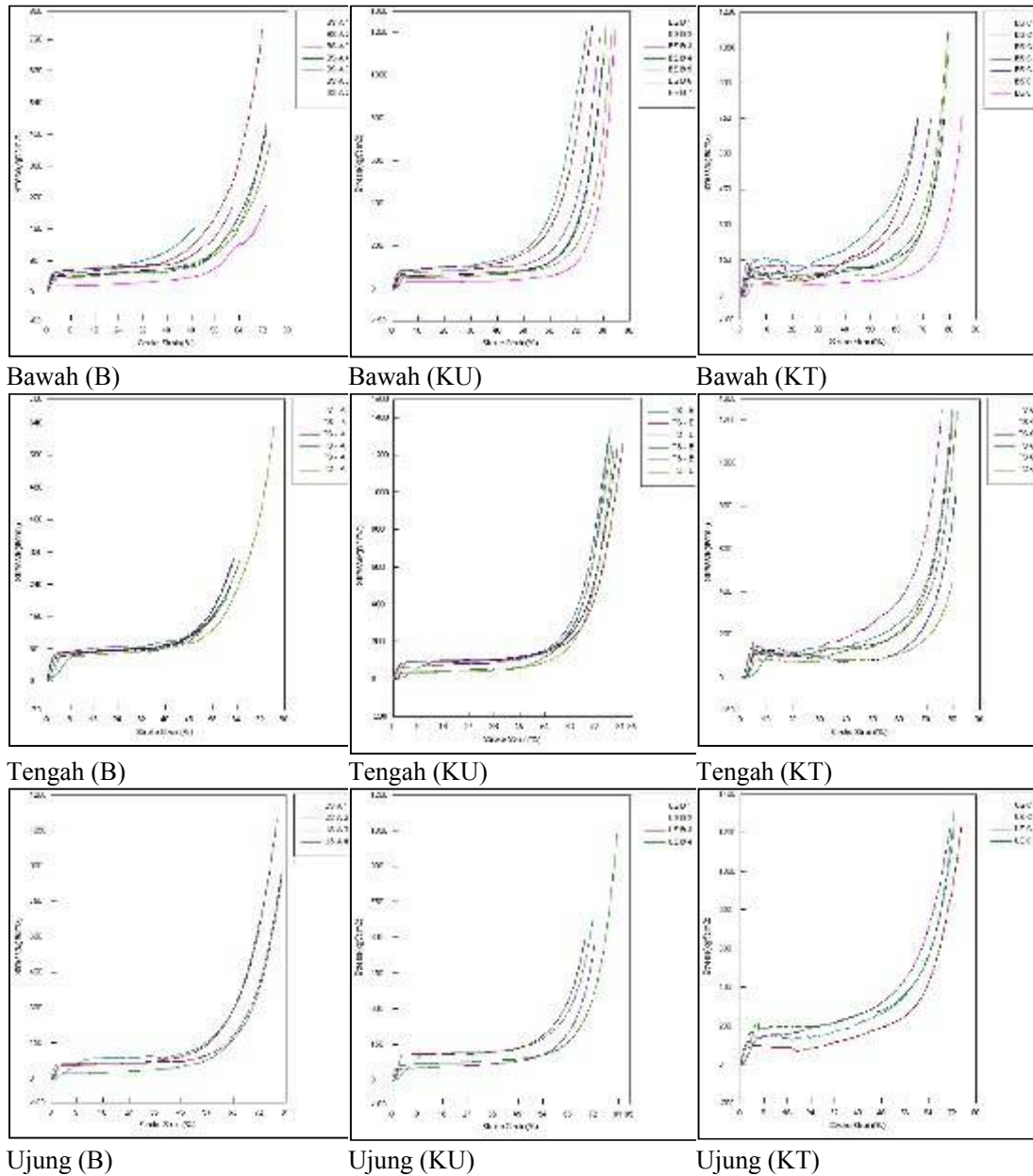
Tabel 1 Model hubungan antara segmentasi kayu samama dengan berat jenis berdasarkan pengepasan dengan kurva sigmoid termodifikasi.

No.	Bagian Pohon	Persamaan	R <sup>2</sup>
1.	Pangkal	$S_t = S_i + S_i \Delta_i (-0,0137 - 0,0655 \ln(S_i))$	0,98
2.	Tengah	$S_t = S_i + S_i \Delta_i (-0,0131 - 0,2052 \ln(S_i))$	0,95
3.	Ujung	$S_t = S_i + S_i \Delta_i (-0,2639 - 0,3601 \ln(S_i))$	0,99

### Kurva Stress Strain

Jika kayu diberi beban, maka kayu akan mengalami perubahan bentuk (deformasi). Pada wilayah elastis, apabila kayu diberi beban dan kemudian beban dilepaskan, maka kayu akan kembali ke bentuk semula. Pada wilayah plastis, apabila kayu diberi beban dan kemudian beban dilepaskan, maka kayu akan mengalami perubahan bentuk yang tetap, meskipun belum mengalami kerusakan (Panshin & de Zeeuw 1980). Jika dihubungkan dengan proses pemadatan, maka pemadatan dilakukan pada wilayah plastis ini agar pemadatannya maksimal, namun kayu belum mengalami kerusakan.

Tingkat optimum pemadatan dinyatakan dengan *maximum stress* (MS), yaitu kondisi dimana kayu masih dalam wilayah plastis saat pembebanan. Arah pembebanan pada penelitian ini adalah arah tangensial. Hasilnya menunjukkan bahwa pada kondisi basah nilai MS lebih kecil dibandingkan dengan saat kering udara (KU) maupun kering tanur (KT) (Gambar 4). Hal ini konsisten untuk bagian pangkal, tengah maupun ujung. Secara umum, nilai MS tertinggi adalah pada kondisi kering udara. Sementara itu jika dibandingkan antar perlakuan, maka MS tertinggi pada saat basah, dan terendah saat KT.



Gambar 4 Kurva *stress-strain* kayu Samama pada berbagai kondisi pengujian, Basah (B), Kering udara (KU) dan kering tanur (KT).

#### Hubungan antara Berat Jenis dan *Maximum Strain* (MS)

Tabel 2 menunjukkan persamaan regresi antara BJ dan MS. Terlihat bahwa hubungan antara BJ dan MS sangat erat, hal ini ditunjukkan dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) diatas 0,9. Hal ini menunjukkan bahwa dalam proses pembebanan arah tangensial, BJ memberikan kontribusi yang baik terhadap nilai MS. Faktor BJ merupakan faktor penting dalam proses rekayasa teknologi pemadatan, semakin kecil BJ, maka semakin besar nilai MS (Panshin dan Zeeuw 1980, Ellis dan Steiner 2002, Hartono 2012).

Tabel 2. Hubungan antara BJ dan MS

Kondisi Pengujian	Posisi dalam pohon	Persamaan regresi	$R^2$
Basah	Bawah	$Y = -139,7x + 120,8$	0,90

	Tengah	$Y=-173,0x+147,3$	0,94
	Ujung	$Y=-83,83x+114,6$	0,99
Kering udara	Bawah	$Y=-42,41x+96,61$	0,95
	Tengah	$Y=-36,37x+94,95$	0,91
	Ujung	$Y=-105,3x+119,6$	0,92
Kering tanur	Bawah	$Y=-73,61x+104,4$	0,97
	Tengah	$Y=-35,34x+92,72$	0,97
	Ujung	$Y=-59,53x+100,6$	0,98

## KESIMPULAN DAN SARAN

BJ kayu Samama kecil di bagian empulur dan semakin besar di dekat kulit. Bagian bawah kayu Samama memiliki berat jenis yang lebih besar dibandingkan dengan bagian tengah dan ujung. Korelasi yang tinggi dari hasil persamaan eksponensial termodifikasi logaritma menunjukkan bahwa berat jenis kayu Samama dipengaruhi oleh posisi di dalam batang, baik horisontal maupun vertikal. Hasil yang kurang lebih sama juga terjadi pada MS. Berat jenis merupakan faktor dominan yang menentukan nilai MS, hal ini dibuktikan dengan persamaan regresi antara BJ dan MS yang memiliki nilai  $R^2$  lebih dari 90%.

Sesuai dengan hasil penelitian ini, maka kayu Samama dapat di kompresi dengan baik pada tingkat kompresi 52 sampai 81%. Tentunya perlu diperhatikan posisi pengambilan sampel dalam batang, maupun proses perlakuan pendahulunya.

## PUSTAKA

- Amin Y, Dwianto W. 2006. Pengaruh Suhu dan Tekanan Uap Air Terhadap Fiksasi Kayu Kompresi dengan Menggunakan Close system compression. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*. 4(2):55-60.
- Amin Y, Dwianto W, Prianto A. 2004. Sifat Mekanik Kayu Kompresi. Seminar Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia, Makassar, Indonesia.
- Bahtiar ET, Darwis A. 2014. Exponential Curve Modification by Linear and Non Linear Function to Fit the Fiber Length of Teakwood (*Tectona grandis*). *Journal of Biological Sciences*. 14(3):183-194. doi:10.3923/jbs.2014.183.194.
- Cahyono TD, Ohorella S, Febrianto F. 2012. Sifat Fisis Mekanis Kayu Samama (*Anthocephallus macrophyllus*) dari Kepulauan Maluku. *Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*. 10(1).
- Ellis S, Steiner P. 2002. The behaviour of five wood species in compression. *IAWA Journal*. 23(2):201-211.
- Gaspersz V. 1991. Metode Perancangan Percobaan untuk Ilmu-Ilmu Pertanian, Ilmu-Ilmu Teknik dan Biologi. CV. Armico. Bandung. 13.
- Hartono R. 2012. Quality enhancement of the inner part of oil palm trunk by close system compression method and by phenol formaldehyde compregnation.
- Kutnar A, Šernek M. 2007. Densification of wood. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*. (82):53-62.
- Panshin AJ, Zeeuw Cd. 1980. Textbook of wood technology: McGraw-Hill Book Co.
- Shams MI, Yano H, Endou K. 2004. Compressive deformation of wood impregnated with low molecular weight phenol formaldehyde (PF) resin I: effects of pressing pressure and pressure holding. *Journal of wood science*. 50(4):337-342.