

Karakteristik Kayu Kelapa di Berbagai Zona di Indonesia Timur Berdasarkan Sifat Fisis dan Mekanisnya

Jeanely Rangkang

Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado
Jl. Raya Politeknik Ds. Buha Kec. Mapanget Manado 95252 PO. Box 1256, E-mail: jeanelyr@yahoo.com

Fery Sondakh

Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado
Jl. Raya Politeknik Ds. Buha Kec. Mapanget Manado 95252 PO. Box 1256, E-mail: ferysondakh@yahoo.com

Enteng Jolly Saerang

Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado
Jl. Raya Politeknik Ds. Buha Kec. Mapanget Manado 95252 PO. Box 1256, E-mail: entengsaerang777@yahoo.com

Abstrak

Sifat fisis dan mekanis kayu kelapa dievaluasi pada tulisan ini. Tulisan ini bertujuan untuk menentukan karakteristik kayu kelapa dari beberapa lokasi di Sulawesi Utara (pada 4 daerah) dan Maluku Utara (pada 2 daerah). Penelitian dilaksanakan melalui uji laboratorium, dengan metode pengujian didasarkan pada ASTM (American Society for Testing and Materials). Hasil pengujian menunjukkan bahwa bagian batang kelapa bawah luar memberikan performa yang lebih baik (unggul) dibandingkan dengan bagian batang kelapa lainnya. Lebih lanjut, nilai dari hampir semua jenis pengujian, yang meliputi: berat jenis, kadar air, kuat tekan sejajar serat, kuat tekan tegak lurus serat, kekerasan, kuat geser sejajar serat, kuat tarik sejajar serat, penyusutan volumetris dan kuat lentur kayu kelapa, cenderung memberikan trend yang sama. Fenomena tersebut terlihat pada semua kayu kelapa dari berbagai daerah (lokasi pengambilan) yang diuji. Pada bagian akhir tulisan ini diberikan rekomendasi sehubungan dengan penggunaan kayu kelapa sebagai bahan konstruksi alternatif.

Kata-kata Kunci: Sifat mekanis, Sifat fisis, Kayu kelapa.

Abstract

The mechanical properties and physical properties of coconut tree is evaluated in this paper. The aim of this paper is to determine the characteristics of coconut trees from several location in North Sulawesi (at 4 regions) and North Maluku (at 2 regions). This research was conducted through laboratory testing, which is based on ASTM (American Society for Testing and Materials). Test results showed that the outer bottom part of the coconut tree gives the superior performance than that of coconut tree from other parts. Moreover, the values of most types of testing i.e. specific gravity, moisture content, compressive strength parallel to grain, compressive strength perpendicular to grain, hardness, shear strength parallel to grain, tensile strength parallel to grain, shrinkage in volume, and bending strength of coconut tree, tends to give the same trend.

Keywords: Mechanical properties, Physical properties, Coconut tree.

1. Pendahuluan

Pemanfaatan material lokal sebagai bahan utama struktur, dapat meminimalisir biaya konstruksi. Ketersediaan kayu sebagai bahan bangunan yang terus berkurang mengakibatkan manusia mulai mencari sumber daya lain.

Asia's new woods (sumber "kayu baru" di Asia), adalah suatu istilah yang diperkenalkan oleh para peneliti, yakni Durst, et al (2004) karena sumber kayu dimaksud tidak dari sumber kayu konvensional pada

umumnya, sumber "kayu baru" dimaksud adalah kayu yang diolah dari pohon karet, pohon kelapa dan pohon kelapa sawit yang sudah tidak produktif. Ketersediaan kayu konvensional di pasaran dewasa ini semakin berkurang sebagai akibat dari isu lingkungan. Di sisi lain, penggunaan kayu kelapa dinilai sebagai alternatif pengganti kayu konvensional sebab penebangan kayu kelapa diambil dari perkebunan rakyat tanpa merusak hutan sehingga bisa dikatakan penggunaan kayu kelapa adalah *environmental friendly*. Oleh sebab itu, kayu kelapa menjadi salah satu alternatif yang diambil untuk memenuhi kebutuhan material kayu. Istilah kayu kelapa telah dibakukan untuk material batang kelapa,

namun tidak seperti pohon konvensional pada umumnya, kelapa (*cocos nucifera L*) tidak termasuk dalam famili tumbuhan pohon, tetapi termasuk dalam keluarga tumbuhan palem (*family arecaceae*).

Dari studi kepustakaan yang dilakukan, hanya didapati sedikit informasi tentang sifat fisis dan mekanis kayu kelapa. Jensen dan Killmann (1981) memaparkan hasil penelitian terhadap 5 batang kayu kelapa berdiameter 25cm asal Mindanao, Filipina. Penelitian tersebut memberikan informasi tentang sifat fisis kayu kelapa, yakni: berat jenis dan sifat higroskopik (sehubungan dengan susut muai). Sedangkan untuk sifat mekanis, Sulc (1983) menjelaskan bahwa karakteristik mekanis kayu sangat berkaitan dengan kepadatan (berat per volume pada kadar air tertentu), dimana hal ini yang menentukan kegunaan kayu. Selanjutnya dijelaskan bahwa, kondisi batang kelapa yang tidak homogen, mempengaruhi metode pengolahan serta tujuan penggunaan batang kayu kelapa. Sulc mencermati karakteristik mekanis untuk beberapa kelompok yang berbeda dari kayu kelapa usia 80 tahun asal Mindanao Filipina menunjukkan kekuatan lentur kayu kelapa lebih bervariasi dibandingkan dengan kayu konvensional. Variabilitas batang kelapa adalah 2 (dua) kali lebih besar dari pada hasil yang dilaporkan dari beberapa kelenturan kayu konvensional.

Uraian di atas yang mendasari penelitian terhadap karakteristik kayu kelapa berdasarkan sifat fisis dan mekanis di berbagai zona di Indonesia, secara khusus Indonesia Timur dilakukan, guna mengetahui sifat fisis dan mekanis kayu kelapa, sebagai informasi dasar dalam pemanfaatan kayu kelapa sebagai alternatif bahan konstruksi. Apakah sifat fisis dan mekanis kayu konvensional berlaku juga untuk kayu kelapa. Seperti diketahui bahwa fitur anatomi kelapa menunjukkan adanya distribusi yang agak nonhomogen dari karakter fisik antara penampang dan tinggi, yang pada prinsipnya semakin ke pusat batang kepadatannya semakin berkurang, dan hal ini terjadi sepanjang batang (PIKA, 2010). Selanjutnya, sifat fisis dan mekanis kayu kelapa akan berbeda di setiap daerah tergantung dari varietas, usia dan tempat tumbuh. Sebagai contoh: kayu kelapa dari Sulawesi berwarna coklat gelap, sedangkan yang dari pulau Jawa berwarna coklat terang (Gumirang, 2011).

Mengingat sifat kayu kelapa berbeda dengan kayu konvensional, maka penelitian dimaksud dianggap penting untuk dilakukan sebab pemanfaatan kayu kelapa sebagai bahan konstruksi, sudah sangat lasim digunakan di Indonesia, khususnya di Indonesia Timur. Disisi lain, belum tersedianya acuan atau suatu standar kayu kelapa sebagai bahan konstruksi, dimana dari studi literatur, hanya didapati sedikit informasi tentang sifat fisis dan mekanis kayu kelapa yang berasal dari Filipina.

2. Metode Penelitian

Fitur anatomi menunjukkan distribusi yang nonhomogen dari karakteristik fisik antara penampang dan tinggi, menyebabkan kayu kelapa menjadi bahan baku yang tidak homogen. Untuk itu perlu diketahui skema distribusi kepadatan dari batang kelapa matang (umur > 60 tahun), serta sifat mekanisnya guna keperluan analisa kekuatan struktur.

Penelitian bersifat studi eksperimental, yang dilaksanakan di Laboratorium Uji Bahan dan Bengkel Sipil Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado. Sedangkan benda uji diambil dari kayu kelapa matang dengan usia > 60 tahun. Material batang kelapa diambil dari beberapa lokasi di Propinsi Sulawesi Utara dan Maluku Utara. **Tabel 1** menunjukkan lokasi pengambilan batang kelapa untuk benda uji.

Specimen diambil dari bagian batang yang berbeda guna mendapatkan zona distribusi kepadatan batang kelapa, serta sifat fisis dan mekanisnya. Benda uji diambil dari 2 (dua) batang pohon kelapa (masing-masing bagian sepanjang ± 1m) dengan skema sebagai berikut:

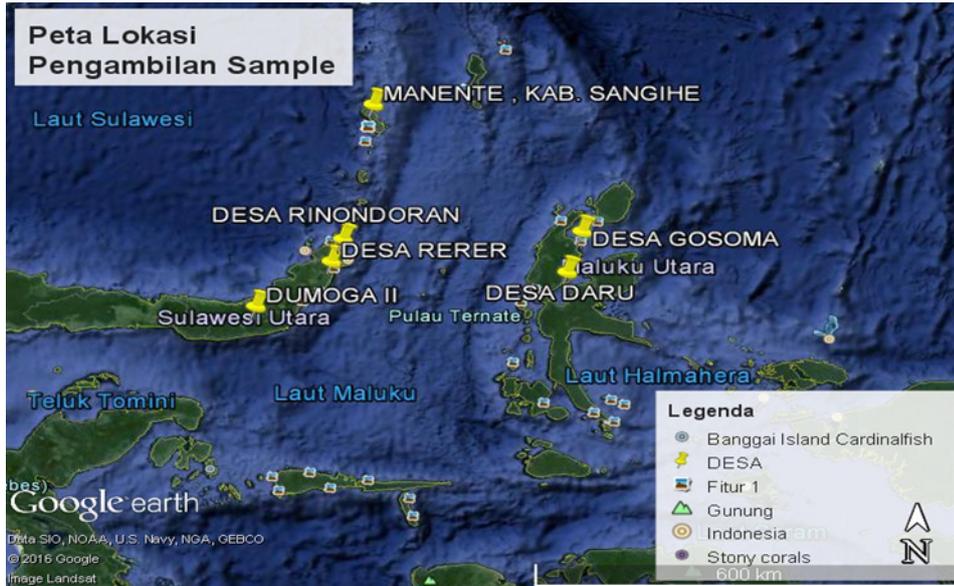
1. Bagian atas, diambil pada jarak ± 3,6 m s/d 4 m di bawah buah terakhir.
2. Bagian tengah, diambil setengah dari tinggi *actual length of usable log* (LA) pada **Gambar 2(a)**.
3. Bagian bawah (±80cm di atas tanah).

Gambar 2 memperlihatkan potongan melintang dan potongan memanjang bagian batang kelapa untuk pengambilan specimen.

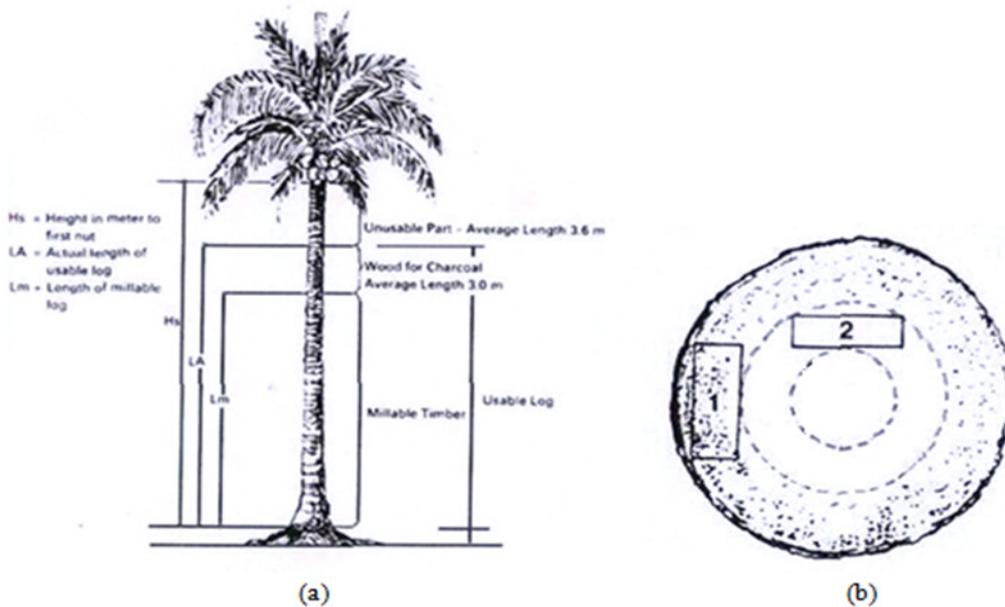
Tabel 1. Lokasi pengambilan batang kelapa

No	Propinsi	Kabupaten
1.	Propinsi Sulawesi Utara	Desa Rinondoran Kecamatan Likupang, Kabupaten Minahasa Utara
		Desa Rerer Kecamatan Kombi Kabupaten Minahasa Induk
		Desa Dumoga 2 Kecamatan Dumoga Kabupaten Bolaang Mongondow
2.	Propinsi Maluku Utara	Kelurahan Manente Kecamatan Tahuna Kabupaten Sangihe
		Desa Gosoma Kecamatan Tobelo Kota Kabupaten Halmahera Utara
		Desa Daru Kecamatan Kao Utara Kabupaten Halmahera Utara

Lokasi pengambilan batang kelapa tersebut pada **Tabel 1**, ditunjukkan pada **Gambar 1** berikut.



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel batang kelapa
 Sumber: diadaptasi dari Google earth, 2016.



Gambar 2. Potongan bagian batang kelapa untuk pengambilan specimen
 Sumber: diadaptasi dari Pendidikan Industri Kayu (PIKA), 2010

Gambar 2(a) memperlihatkan bagian dari panjang batang kelapa (LA) yang dimanfaatkan sebagai bagian pengambilan specimen. Sedangkan **Gambar 2(b)** memperlihatkan potongan melintang batang kelapa, dimana angka 1 menunjukkan sampel bagian luar dan angka 2 sampel bagian dalam (secara khusus untuk pengambilan sampel bagian batang bawah).

Metode pengujian mengacu pada standar pengujian yang umum berlaku di Indonesia, dengan jenis dan metode pengujian seperti pada **Tabel 2** berikut.

Tabel 2. Jenis dan metode pengujian

No	Jenis Pengujian	Acuan
1	Pengujian berat jenis	ASTM 2395-69
2	Pengujian kadar air	ASTM 2016-74
3	Kuat tekan sejajar (//) serat	ASTM D-143-82
4	Kuat tekan tegak lurus (⊥) serat	ASTM D 143-1982
5	Kekerasan kayu	ASTM D 143-1982
6	Kuat geser sejajar (//) serat	ASTM D 143-1982
7	Kuat tarik sejajar (//) serat	ASTM D 143-77
8	Penyusutan volumetris kayu	ASTM D 143-77
9	Kuat Lentur	SNI 03-3959-1995

2.1 Pengujian berat jenis

Berat jenis kayu diperoleh dari perbandingan antara berat kayu per volume kayu, yakni:

$$\text{Berat Jenis} = \frac{W}{V} \times 100 \quad (1)$$

dimana:

W = berat kayu

V = volume kayu

Dari setiap lokasi diambil 2 pohon kelapa. Jumlah benda uji untuk masing-masing bagian batang kelapa (atas, tengah, bawah bagian luar, dan bawah bagian dalam) adalah 3 buah, jadi total benda uji untuk satu lokasi adalah: 2 pohon x 4 bagian x 3 benda uji/bagian = 24 benda uji. Ukuran benda uji 5cm x 5cm x 5cm, seperti pada **Gambar 3**.

2.2 Pengujian kadar air

Kadar air kayu adalah kandungan air yang terdapat dalam kayu, biasanya dinyatakan sebagai persen berat kayu kering oven. Untuk menghitung kadar air digunakan formula:

$$\text{Kadar air} = \frac{B - B_1}{B_1} \times 100\% \quad (2)$$

dimana:

B = berat benda uji natural

B₁ = berat benda uji kering oven.

(dikeringkan dalam oven pada suhu tetap (103±2)°C sampai berat tetap.



Gambar 3. Benda uji berat jenis



Gambar 4. Benda uji kadar air

Pengambilan benda uji sama dengan pada pengujian berat jenis. Ukuran benda uji 5cm x 5cm x 5cm, seperti pada **Gambar 4**.

2.3 Pengujian kuat tekan sejajar (//) serat

Kuat tekan atau keteguhan tekan/kompresi adalah kekuatan kayu untuk menahan muatan atau beban yang bekerja.

Benda uji diambil sama seperti pada pengujian kadar air. Ukuran benda uji adalah 5cm x 5cm x 20cm, seperti pada **Gambar 5**.

Kuat tekan sejajar serat dihitung dengan formula:

$$\text{Kuat Tekan // serat} = \frac{P}{A} \left(\frac{Kgf}{cm^2} \right) \quad (3)$$

dimana: P = beban tekan maksimum

A = luas bidang tekan

2.4 Kuat tekan tegak lurus (⊥) serat

Ukuran benda uji adalah 5cm x 5cm x 15cm, dengan jumlah dan cara pengambilan benda uji sama dengan pada pengujian kadar air. **Gambar 6** memperlihatkan benda uji dimaksud.

Kuat tekan ⊥ serat dihitung dengan formula:

$$\text{Kuat Tekan } \perp \text{ Serat} = \frac{P}{A} \left(\frac{Kgf}{cm^2} \right) \quad (4)$$

dimana:

P = beban tekan maksimum

A = luas bidang tekan

2.5 Kekerasan kayu

Kekerasan adalah kemampuan kayu untuk menahan gaya yang membuat takik atau lekukan atau kikisan (abrasi). Untuk menentukan kekerasan kayu digunakan bola baja dengan diameter 11,3 mm yang ditekan masuk kedalam benda uji sampai setengah diameter bola masuk ke dalam benda uji (kayu kelapa). Jumlah penetrasi adalah masing-masing 2 titik untuk arah longitudinal, radial dan tangensial. **Gambar 7** memperlihatkan benda uji kekerasan kayu.



Gambar 5. Benda uji kuat tekan // serat

Rangkang, dkk.

Ukuran benda uji 5cm x 5cm x 15cm dengan jumlah dan cara pengambilan benda uji sama dengan pada pengujian kadar air.

2.6 Kuat geser sejajar (//) serat

Kuat geser adalah kemampuan kayu dalam menahan beban geser. Kuat geser diperoleh dengan membagi beban maksimum P (kgf) dengan luas bidang geser A (cm²), yakni:

$$\text{Kuat Geser // Serat} = \frac{P}{A} \left(\frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2} \right) \quad (5)$$

dimana:

P = beban tekan maksimum

A = luas bidang geser

Ukuran bidang geser dibuat 4cm x 3cm dengan jumlah dan cara pengambilan benda uji sama dengan pada pengujian kadar air. **Gambar 8** memperlihatkan bentuk benda uji kuat geser // serat.



Gambar 6. Benda uji kuat tekan ⊥ serat



Gambar 7. Benda uji kekerasan kayu



Gambar 8. Benda uji kuat geser //serat

2.7 Kuat tarik sejajar (//) serat

Menurut Dumanau (2011), kekuatan atau keteguhan tarik suatu jenis kayu berfungsi untuk menahan gaya-gaya yang berusaha menarik kayu tersebut, dimana biasanya kekuatan tarik ⊥ arah serat lebih kecil dari pada kekuatan tarik // arah serat. Keteguhan tarik ini mempunyai hubungan dengan ketahanan kayu terhadap pembelahan.

Nilai kuat tarik kayu dinyatakan dalam N/mm² atau MPA, yang diperoleh dari membagi beban maksimum P (N) dengan luas bidang tarik A (mm²), yakni:

$$\text{Kuat Tarik // Serat} = \frac{P}{A} \left(\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right) \quad (6)$$

dimana: P = beban tekan maksimum

A = luas bidang

Ukuran luas bidang A dibuat ± 10mm x 5mm, dimana bentuk benda uji diperlihatkan pada **Gambar 9**, sedangkan jumlah dan cara pengambilan benda uji sama dengan pada pengujian kadar air.

2.8 Penyusutan volumetris kayu kelapa

Penyusutan volumetris kayu diukur dalam 3 kondisi yakni:

1. Penyusutan volumetris dari kondisi basah ke kondisi kering oven (BKo)
2. Penyusutan volumetris dari kondisi basah ke kondisi kering udara (BKu)
3. Penyusutan volumetris dari kondisi kering udara ke kondisi kering oven (KuKo).

Ukuran benda uji 5cm x 5cm x 5cm, seperti pada **Gambar 10**, dengan jumlah dan cara pengambilan benda uji sama dengan pada pengujian kadar air.



Gambar 9. Benda uji kuat tarik // serat



Gambar 10. Benda uji penyusutan volumetris

2.9 Kuat lentur kayu kelapa

Kuat Lentur adalah kemampuan kayu dalam menahan beban lentur, yang menurut Dumanauw (2011), keteguhan lentur atau lentur adalah kekuatan kayu untuk menahan gaya-gaya yang berusaha melengkungkan kayu. Kuat Lentur dari benda uji dihitung dengan rumus:

$$f_b = \frac{3PL}{2bh^2} \quad (7)$$

dimana:

P = beban uji maksimum

L = jarak tumpuan

b = lebar benda uji

h = tinggi benda uji

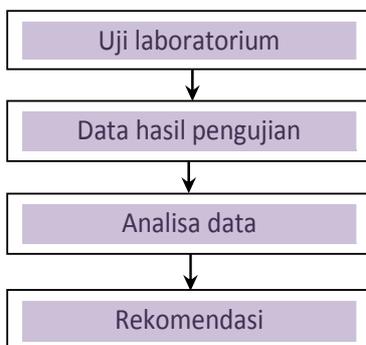
f_b = kuat lentur

Ukuran benda uji 5cm x 5cm x 76cm, seperti pada **Gambar 11**, dengan jumlah dan cara pengambilan benda uji sama dengan pada pengujian kadar air.

Pengamatan dilaksanakan setiap kali dilaksanakan suatu jenis pengujian guna mendapatkan serangkaian nilai yang akan dianalisa untuk menentukan sifat fisis dan mekanis kayu kelapa. **Gambar 12** menunjukkan bagan alir pengujian.



Gambar 11. Benda uji kuat lentur



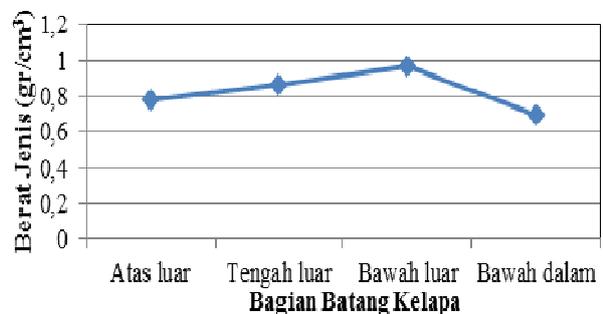
Gambar 12. Bagan alir pengujian

3. Hasil dan Pembahasan

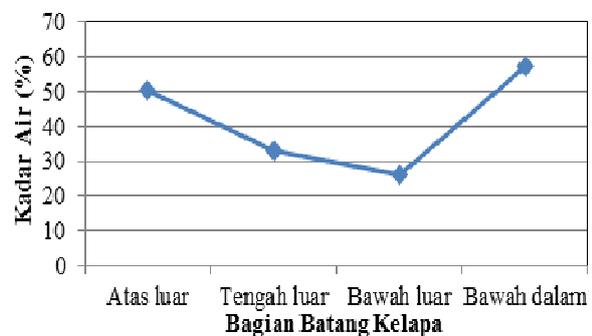
Hasil pengujian terhadap ± 1.296 buah sampel dari 9 jenis pengujian menunjukkan bahwa:

Berat Jenis, tren berat jenis kayu kelapa memperlihatkan bahwa berat jenis bagian batang kelapa bawah luar memberikan nilai yang paling tinggi (0,97 gr/cm³) dibandingkan bagian batang lainnya. Hal ini menunjukkan fitur anatomi kayu kelapa dimana distribusi yang nonhomogen dari karakter fisik antara penampang dan tinggi, dimana pada prinsipnya semakin ke pusat batang kepadatannya semakin berkurang, hal ini terbukti dengan nilai berat jenis bagian batang bawah dalam (0,70 gr/cm³) yang nilainya lebih kecil dari nilai nilai bagian batang tengah luar (0,87 gr/cm³) dan bagian batang atas luar (0,78 gr/cm³). **Gambar 13** memperlihatkan tren berat jenis kayu kelapa dari bagian batang yang berbeda.

Kadar Air, kecenderungan nilai kadar air kayu kelapa dalam arah longitudinal (memanjang), dimana makin ke arah atas batang kayu kelapa, nilai kadar air semakin besar. Demikian juga dalam arah melintang, makin ke tengah batang nilai kadar air menjadi lebih besar (**Gambar 14**), yakni: bagian batang atas luar = 50,65%, bagian batang tengah luar = 32,85%, bagian batang bawah luar = 26,21% dan bagian batang bawah dalam = 57,91%.



Gambar 13. Tren BJ kayu kelapa



Gambar 14. Tren kadar air kayu kelapa

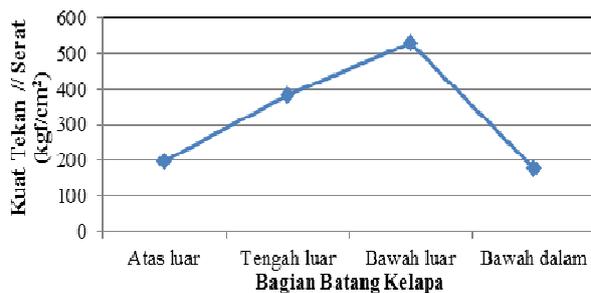
Kuat Tekan // Serat, bagian batang kelapa bawah luar memiliki nilai kuat tekan // serat yang paling besar dibandingkan bagian batang kelapa lainnya, yakni: bagian batang atas luar = 195,73 kgf/cm², bagian batang tengah luar = 83,26 kgf/cm², bagian batang bawah luar = 533,29 kgf/cm² dan bagian batang bawah dalam = 177,12 kgf/cm². **Gambar 15** memperlihatkan tren kuat tekan // serat kayu terhadap bagian batang kayu kelapa.

Kuat Tekan ⊥ Serat, tren nilai kuat tekan ⊥ serat sama dengan tren nilai kuat tekan // serat, dimana nilai kuat tekan ⊥ serat untuk bagian batang bawah luar lebih besar dari bagian batang kelapa yang lain (**Gambar 16**), namun nilai kuat tekan ⊥ serat lebih kecil dari nilai kuat tekan // serat, yakni secara berturut-turut: bagian batang atas luar = 161,89 kgf/cm², bagian batang tengah luar = 166,41 kgf/cm², bagian batang bawah luar = 240,26 kgf/cm² dan bagian batang bawah dalam = 104,43 kgf/cm².

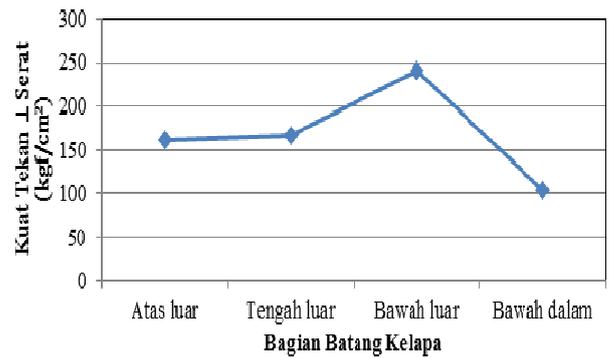
Kekerasan, tren nilai pada jenis pengujian sebelumnya kembali berulang dimana nilai kekerasan bagian batang bawah luar lebih unggul dibandingkan bagian batang lainnya (**Gambar 17**), yakni: bagian batang atas luar = 221,81 kgf, bagian batang tengah luar = 290,51 kgf, bagian batang bawah luar = 543,89 kgf dan bagian batang bawah dalam = 150,22 kgf.

Kuat Geser // Serat, tren nilai kuat geser // serat juga memperlihatkan bahwa bagian batang bawah luar lebih unggul dibandingkan bagian batang lainnya, dimana bagian batang atas luar = 27,42 kgf/cm², bagian batang tengah luar = 27,28 kgf/cm², bagian batang bawah luar = 51,68 kgf/cm², sedangkan bagian batang bawah dalam memberikan nilai terendah yakni 25,30 kgf/cm². **Gambar 18** memperlihatkan grafik kecenderungan nilai kuat geser // serat yang bervariasi tergantung dari bagian batang yang ditinjau.

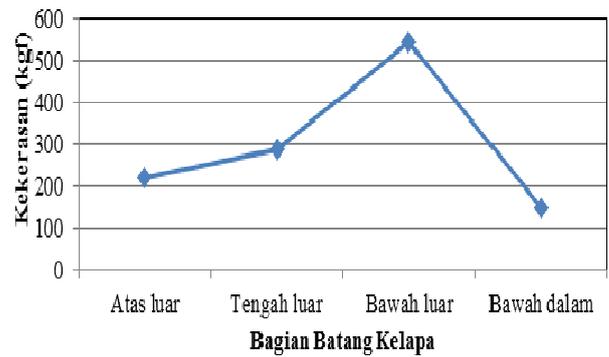
Kuat Tarik // Serat: nilai kuat tarik sejajar serat memberikan tren yang berbeda (**Gambar 19**), dimana nilai batang tengah luar memberikan nilai tertinggi dibanding bagian batang lainnya, yaitu: nilai batang atas luar = 40,57 N/mm², batang tengah luar = 105,66 N/mm², nilai batang bawah luar = 103,04 N/mm² dan nilai batang bawah dalam = 45,24 N/mm².



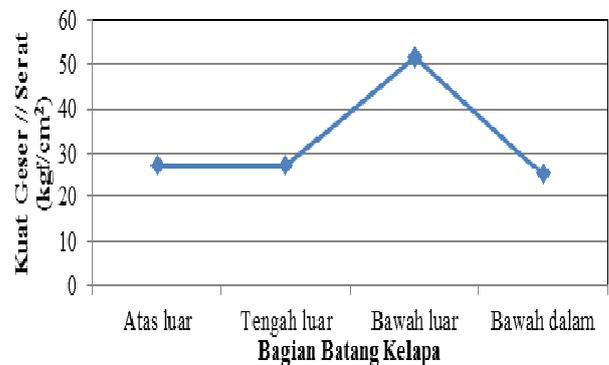
Gambar 15. Tren kuat tekan // serat



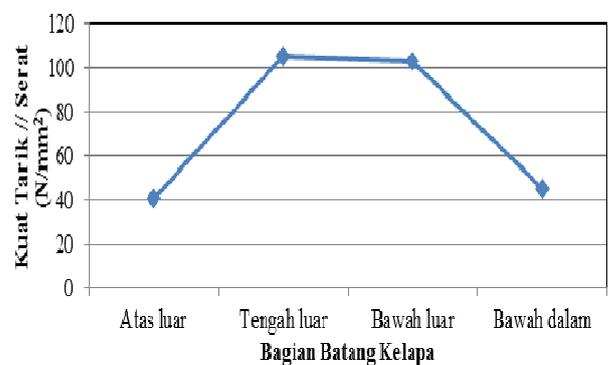
Gambar 16. Tren kuat tekan ⊥ serat



Gambar 17. Tren kekerasan kayu kelapa



Gambar 18. Tren nilai kuat geser // serat

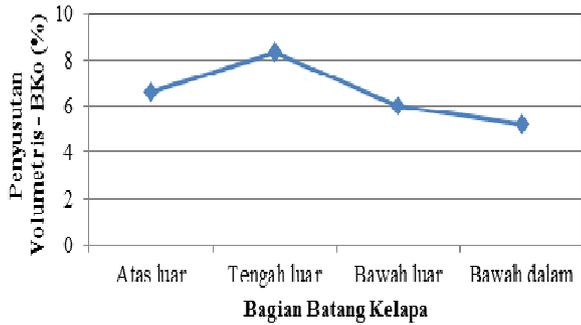


Gambar 19. Tren nilai kuat tarik // serat

Penyusutan volumetris, ada 3 nilai penyusutan volumetris, yakni: SH, BB dan BK, dengan nilai rata-rata masing-masing sebagai berikut:

BKo (Gambar 20)

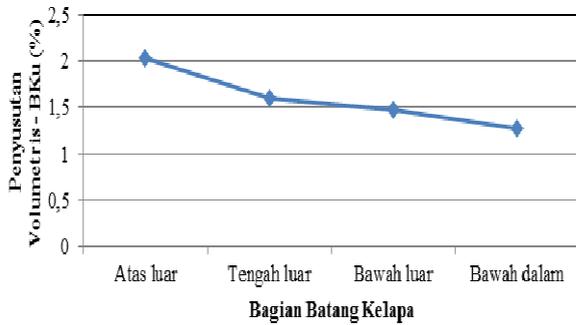
- bagian batang atas luar = 6,62%
- bagian batang tengah luar = 8,30%
- bagian batang bawah luar = 6,00%
- bagian batang bawah dalam = 5,19%



Gambar 20. Tren nilai penyusutan volumetris BKo

BKu (Gambar 21)

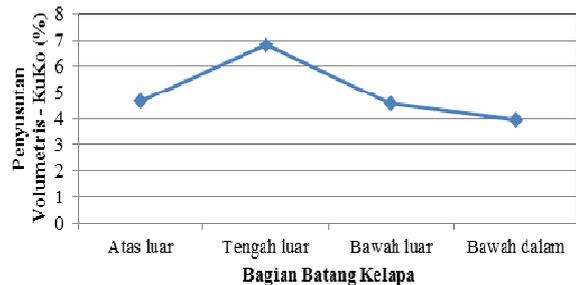
- bagian batang atas luar = 2,04%
- bagian batang tengah luar = 1,60%
- bagian batang bawah luar = 1,46%
- bagian batang bawah dalam = 1,28%



Gambar 21. Tren nilai penyusutan volumetris BKu

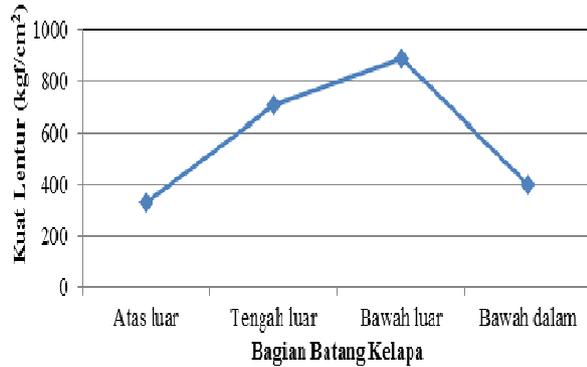
KuKo (Gambar 22)

- bagian batang atas luar = 4,67%
- bagian batang tengah luar = 6,81%
- bagian batang bawah luar = 4,58%
- bagian batang bawah dalam = 3,95%



Gambar 22. Tren nilai penyusutan volumetris KuKo

Kuat lentur, bagian batang bawah luar memberikan nilai kuat lentur terbesar dibanding (Gambar 23) bagian batang lainnya, yaitu secara berturut-turut: 333,22 kgf/cm² untuk bagian batang atas luar, 704,68 kgf/cm² untuk bagian batang tengah luar, 887,67 kgf/cm² untuk bagian batang bawah luar, dan 401,70 kgf/cm² untuk bagian batang bawah dalam.



Gambar 23. Tren nilai kuat lentur kayu kelapa

4. Kesimpulan

Setelah menganalisa data hasil pengujian terhadap batang kelapa dari 4 daerah kabupaten di Sulawesi utara dan 2 lokasi di daerah Maluku Utara, maka dapat disimpulkan:

- 1) Karakteristik kayu kelapa adalah nonhomogen baik dalam arah longitudinal (tinggi batang) maupun dalam arah radial atau tangensial melintang (diameter batang).
- 2) Sifat mekanis kayu konvensional berlaku juga pada kayu kelapa.
- 3) Dengan melihat hasil pengujian, maka dapat diberikan beberapa rekomendasi sehubungan dengan pemanfaatan kayu kelapa sebagai alternatif bahan konstruksi, dengan mengacu pada PKKI (1961) adalah sebagai berikut:

Ditinjau dari kuat tekan sejajar (//) serat

1. Bagian batang bawah (lapisan luar), masuk dalam kelas kuat kayu II dan dapat digunakan untuk konstruksi pendukung beban
2. Bagian batang tengah (lapisan luar), masuk dalam kelas kuat kayu III, sehingga dapat digunakan untuk konstruksi pendukung beban terbatas.
3. Bagian batang atas (lapisan luar) dan batang bawah (lapisan dalam), masuk kelas kuat kayu V dan dapat digunakan untuk konstruksi indoor saja, dan tidak memikul beban, misalnya dinding panel.

Daftar Pustaka

- ASTM (*American Society for Testing and Materials*) 2395-69, ASTM 2016-74, ASTM D-143-82, ASTM D 143-1982, ASTM D 143-1982, ASTM D 143-1982, ASTM D 143-77, ASTM D 143-77 dalam Djedjen Achmad, 2010, Pengujian Bahan 1, Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
- Dumanauw, 2011 dalam Marpaung Boy, *Sifat Fisis dan Mekanis Kayu*, Dilihat 3 April 2014. <<http://boymarpaung.wordpress.com/2009/01/24/sifat-fisis-dan-mekanik-kayu/>>
- Durst, P.B., Killmann, W., Brown, C., 2004, Asia's New Woods, *Journal of Forestry*, June 2004; 102, 4; ProQuest page 46
- Google earth, Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO 2016 Google Image Landsat, Diakses 07 Juni 2016
- Gumirang, R., 2011, *Kayu Kelapa Glugu*, Dilihat 3 April 2014. <<http://jualkayukelapa.blogspot.co.id/2011/11/kayu-kelapa-glugu.html>>
- Jensen dan Killmann, 1981, dalam Pendidikan Industri Kayu (PIKA), *Membuat Produk Kayu Kelapa*, Semarang 2010: Panduan Pelatihan, PIKA.
- Pendidikan Industri Kayu (PIKA), 2010, *Membuat Produk Kayu Kelapa*, Semarang: Panduan Pelatihan, PIKA.
- Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia NI-5 PKKI, 1961, Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Ciptakarya, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Standarisasi dan Lingkungan Kehutanan, 2014, Sifat-Sifat Kayu dan Penggunaannya, Dilihat 3 April 2014. <[http://www.dephut.go.id/Halaman//STANDARISASI & LINGKUNGAN KEHUTANAN/INFO V02/VII.htm](http://www.dephut.go.id/Halaman//STANDARISASI%20&%20LINGKUNGAN%20KEHUTANAN/INFO%20V02/VII.htm)>
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-3959-1995, Metode Pengujian Kuat Lentur Kayu di Laboratorium, Pustran-Balitbang.
- Sulc, 1983, dalam Pendidikan Industri Kayu (PIKA), *Membuat Produk Kayu Kelapa*, Semarang, 2010: Panduan Pelatihan, PIKA.

