

Nomor ISSN : 2460-9218

Vol. 1, Oktober 2015

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL
TEKNIK INFRASTRUKTUR DAN LINGKUNGAN
2015

Tema:

"Mitigasi dan Pemulihan Kondisi Pasca Bencana Alam"

Kamis, 8 Oktober 2015

Novotel Manado Convention Center



JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI MANADO
2015



Pengelola:

Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado

Penerbit:

Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado
Jl. Raya Politeknik Kel. Buha Kec. Mapanget,
Manado, 95252

Nomor ISSN : 2460-9218

Vol. 1, Oktober 2015

Prosiding
Seminar Nasional Teknik Infrastruktur dan Lingkungan 2015
‘Mitigasi dan Pemulihan Kondisi Pasca Bencana Alam’

Manado 8 Oktober 2015

Diselenggarakan oleh **Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado**

Bekerjasama dengan
Pemerintah Kota Manado
Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
Badan Nasional Penanggulangan Bencana

Penanggung Jawab
Ir. Donny R. Taju, MT
Reviewer
Dr. Debby Willar, ST., MEngSc
Dr. Rilya Rumbayan, ST., M.Eng
Dr. Tampanatu P.F. Sompie, ST., MEngMgmt
Penyunting
Novatus Senduk, ST

ISSN: 2460-9218

Sambutan

Puji dan Syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena oleh Tuntunan dan perkenananNya sehingga Seminar Nasional Teknik Infrastruktur dan Lingkungan Tahun 2015 tanggal 8 Oktober 2015 dapat terlaksana.

Bencana alam, seperti banjir, tanah longsor, letusan gunung berapi, gempa bumi, dan tsunami yang berpotensi besar terjadi di Indonesia, menjadi isu nasional saat ini. Dampak utama bencana seringkali menimbulkan korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak kerusakan non materi maupun psikologis. Untuk itu perencanaan pembangunan infrastruktur di Indonesia harus didesain sedemikian rupa dengan maksud dan tujuan meminimalkan dampak kerusakan yang terjadi pada lingkungan serta melindungi masyarakat terhadap ancaman bencana. Kolaborasi nasional menjadi kritis untuk membentuk kekuatan masyarakat dalam menghadapi dan menangani bencana alam di wilayah Nusantara. Kebutuhan mendesak untuk mengenal risiko bencana akan menghasilkan tindakan-tindakan perencanaan penanggulangan bencana, pengembangan budaya sadar bencana, identifikasi sumber bencana, dan pemantauan serta pengawasan tata ruang daerah dan lingkungan hidup. Demikian pula dengan kegiatan-kegiatan pemulihan/penyembuhan dan perbaikan/rehabilitasi kondisi pasca bencana menjadi sangat krusial untuk dikembangkan agar kelangsungan hidup dan bisnis dapat lebih cepat diperbaiki sesudah kejadian bencana alam.

Untuk itulah Seminar Nasional Teknik Infrastruktur dan Lingkungan 2015 yang diselenggarakan oleh Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado yang mengangkat tema *Mitigasi dan Pemulihan Kondisi Pasca Bencana Alam*, mengutamakan kolaborasi nasional akademisi, pemerintah, dan praktisi dalam upaya untuk mengurangi risiko bencana alam baik melalui pembangunan infrastruktur maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi bencana serta untuk pemulihan kondisi pasca bencana. Saat ini, kolaborasi yang sedang diupayakan antara Politeknik Negeri Manado dengan BNPB, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, dan Pemerintah Daerah, diharapkan dapat menghasilkan luaran untuk penanggulangan bencana kedepannya, sesuai dengan kondisi daerah masing-masing. Sedangkan kolaborasi antara akademisi dan praktisi melalui Seminar Nasional ini, diharapkan dapat menghasilkan beberapa kajian ilmiah dan terapan yang menunjang tema yang dimaksud.

Menjadi kebanggan kami para pemateri dapat mempresentasikan pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki sesuai dengan bidang kajian ilmiah dan terapannya. Akhir kata, kami menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang berkontribusi dalam acara ini sambil berharap kegiatan ilmiah seperti ini akan dapat berkelanjutan dan memberi manfaat bagi kita semua.

Salam Sukses,

Direktur Politeknik Negeri Manado

Ir. Jemmy Jules Rangan, MT

DAFTAR ISI

PENGARUH PENGGUNAAN FOAM AGENT DAN FLY ASH UNTUK BETON TAHAN GEMPA (1 - 8)

Zainuddin , Sumiati (Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya)

KARAKTERISTIK MARSHALL PADA LALU LINTAS BERAT DENGAN MENGGUNAKAN PASIR KWARSA LAMPUNG SEBAGAI AGREGAT HALUS (9-21)

Kosim, Zainuddin (Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya)

MINERAL CHARACTERISTICS AND THEIR GEOLOGICAL SIGNIFICANCE OF SHALES IN SOUTHTERN JAKARTA BY X-RAY DIFFRACTION ANALYSIS (22-29)

Putera Agung Maha Agung, Suripto, and Dandung Novianto (Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta)

PANJANG EFEKTIF DAN APLIKASINYA PADA DESAIN AWAL KOLOM BETON BERTULANG DENGAN MEMPERHITUNGKAN GAYA GEMPA (30-40)

Julius Everhart Tenda (Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado)

DUAL MITIGATION SYSTEM SEBAGAI UPAYA PENANGANAN BENCANA DI DAERAH PANTAI SELATAN MALANG (41-50)

Aji Kusumaning Asri, Herfina Elya, Novita Duantari, Enira Suryaningsih, Leryan Dona Dony Donovan Victoria (Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember)

BIAYA PENGANGKUTAN SAMPAH DI KOTA MANADO (51 -57)

Teddy Takaendengan , Tri Padmi , Emenda Sembiring , Enri Damanhuri (Program Pascasarjana Teknik Lingkungan FTSL ITB Indonesia)

HUBUNGAN SIFAT FISIS DAN MEKANIS KAYU KELAPA SEBAGAI ACUAN PEMANFAATAN BAHAN KONSTRUKSI ALTERNATIF (58-65)

Jeanely Rangkang, Fery Sondakh, Enteng Jolly Saerang (Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado)

KAJIAN POTENSI DAN MITIGASI BENCANA TSUNAMI DI PROPINSI SULAWESI UTARA (66-75)

Steve Wilben Macquarie Supit , Rilya Rumbayan (Curtin University)

IDENTIFIKASI KELAS MUTU KAYU KELAPA UNTUK KONSTRUKSI RUMAH DARURAT PASCA BENCANA (76-85)

Rilya Rumbayan, Donny Taju, Rudolf Mait, Geetje Kandyoh (Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado)

DAFTAR ISI

MODEL HIDROLOGI RUNTUN WAKTU UNTUK PERAMALAN DEBIT SUNGAI
MENGUNAKAN PENDEKATAN ARTIFICIAL NEURAL NETWORK (86 - 94)

*Imam Suprayogi, Manyuk Fauzi dan Rendy Fadly (Jurusan Teknik Sipil, Fakultas
Teknik, Universitas Riau)*

IDENTIFIKASI PENGGUNAAN KAYU KELAPA DAN ALTERNATIF DISAINNYA
PADA BANGUNAN BERUKURAN KECIL

(95-105)

*Febriane Makalew, Sandry Sengkey, Novatus Senduk (Jurusan Teknik Sipil Politeknik
Negeri Manado)*

IDENTIFIKASI JENIS JENIS POHON TEPI JALAN DAN LINGKUNGANNYA DI AREA
PERKOTAAN (STUDI KASUS KOTA MANADO) (106-120)

Febriane Makalew (Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado)

POLA HUJAN DAERAH SULAWESI UTARA

(121-130)

*Jeffry Singly Frans Sumarauw, Cindy Jeanne Supit, Evelyn Maria Wuisan (Fakultas
Teknik, Universitas Sam Ratulangi)*

HUBUNGAN SIFAT FISIS DAN MEKANIS KAYU KELAPA SEBAGAI ACUAN PEMANFAATAN BAHAN KONSTRUKSI ALTERNATIF

Jeanely Rangkang¹⁾, Fery Sondakh²⁾, Enteng Jolly Saerang³⁾

¹ Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado

jeanelvr@yahoo.com

² Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado

ferysondakh@yahoo.com

³ Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado

saerangenteng@yahoo.com

Abstract

The relationship of compressive strength and moisture content of coconut tree is evaluated in this paper. The aim of this paper is to evaluate the compressive strength of coconut trees from several location in North Sulawesi. This research was conducted through laboratory testing, which is based on ASTM (American Society for Testing and Materials). Test results showed that for all parts of the coconut tree, compressive strength parallel to the grain is greater than that of compressive strength perpendicular to the grain. Moreover, the compressive strength of coconut tree tends to decrease along with an increasing in water content, which trends of both compressive strength parallel and perpendicular to grain, decrease when the value of moisture content increase. This phenomenon appears to all coconut wood from different regions tested. Finally, is given some recommendations related to the utilization of coconut wood as an alternative construction material.

Keywords: moisture content, compressive strength, coconut tree.

1. PENDAHULUAN

Bertambahnya jumlah penduduk berimplikasi positif pada penyediaan perumahan. 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 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.

Kayu kelapa merupakan salah satu alternatif yang diambil untuk memenuhi kebutuhan material kayu. Istilah kayu kelapa nampaknya telah dibakukan untuk material batang kelapa. Tidak seperti pohon konvensional pada umumnya, kelapa (*cocos nucifera L*) tidak termasuk dalam famili tumbuhan pohon, tetapi termasuk dalam

keluarga tumbuhan palem (*family arecaceae*).

Berdasarkan percobaan yang dilakukan Naylor et al., (2012) terhadap kayu konvensional, yakni 8 spesies kayu (*hardwoods and softwoods*) didapati bahwa, sifat fisis kayu yakni kadar air (*moisture content*) sangat berpengaruh terhadap sifat mekanis kayu. Sebagai contoh, dari percobaan kekuatan geser kayu yang dilakukan, didapati bahwa terjadi penurunan kekuatan yang linier dengan meningkatnya kadar air. Lebih lanjut Naylor et al., menulis bahwa meningkatnya kadar air, terjadi penurunan yang linier terhadap MOR (*Modulus of Repture*).

Uraian di atas yang mendasari penelitian terhadap hubungan sifat fisis dan mekanis kayu kelapa, secara khusus untuk meneliti hubungan antara kekuatan tekan kayu kelapa dan kadar air. Apakah hubungan 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 luas digunakan di Indonesia, khususnya Indonesia Timur. Disisi lain, belum tersedianya acuan atau suatu standar kayu kelapa sebagai bahan konstruksi. 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, secara khusus hubungan antara kuat tekan kayu dan kadar air.

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

1. Bagian atas, diambil pada jarak $\pm 3,6$ s/d 4m dibawah buah terakhir.
2. Bagian tengah (setengah dari tinggi).
3. Bagian bawah (± 80 cm di atas tanah).

Metode pengujian mengacu pada standar pengujian yang umum berlaku di Indonesia, dengan jenis dan metode pengujian seperti pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Jenis dan metode pengujian

No	Jenis Pengujian	Acuan
1	Pengujian kadar air	ASTM 2016-74
2	Kuat tekan sejajar serat	ASTM D-143-82
3	Kuat tekan tegak lurus serat	ASTM D 143-82

2.1. Pengujian Kadar air

Dari setiap lokasi diambil 2 pohon kelapa. Jumlah benda uji untuk masing-masing bagian batang kelapa (atas, tengah, bawah bagian tepi, dan bawah bagian dalam) adalah 3 buah, jadi total benda uji adalah 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 1.



Gambar 1. Benda uji kadar air

Untuk menghitung kadar air digunakan formula:

$$\text{Kadar air} = \frac{B - B_1}{B_1} \times 100\% \quad (1)$$

dimana: B = berat benda uji natural

B₁ = berat benda uji kering oven.

(dikeringkan dalam oven pada suhu tetap $(103 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap.

2.2. Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan atau keteguhan tekan /kompresi adalah kekuatan kayu untuk menahan muatan atau beban yang bekerja. Kuat tekan terbagi atas 2 (dua) macam keteguhan tekan, yaitu:

- Keteguhan tekan sejajar arah serat dan
 - Keteguhan tekan tegak lurus arah serat.
- Pada semua kayu, kuat tekan tegak lurus serat lebih kecil daripada keteguhan kompresi sejajar arah serat.

A. Kuat Tekan Sejajar Serat

Benda uji diambil sama seperti pada pengujian kadar air. Ukuran benda uji adalah $5\text{cm} \times 5\text{cm} \times 20\text{cm}$, seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Benda uji kuat tekan sejajar serat

Kuat tekan sejajar serat dihitung dengan formula:

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

dimana: P = beban tekan maksimum
A = luas bidang tekan

B. Kuat Tekan Tegak Lurus Serat

Ukuran benda uji adalah $5\text{cm} \times 5\text{cm} \times 15\text{cm}$, dengan jumlah dan cara pengambilan benda uji sama dengan pada pengujian kadar air. Gambar 3 memperlihatkan benda uji dimaksud.



Gambar 3. Benda uji kuat tekan tegak lurus serat

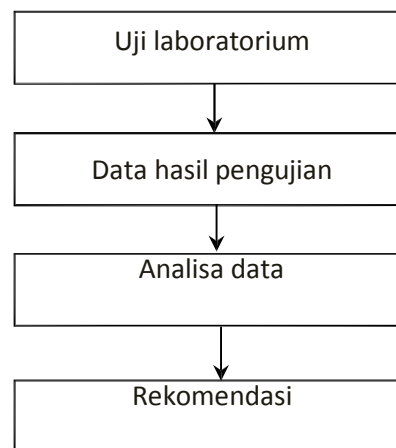
Kuat tekan $\perp$ dihitung dengan formula:

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

dimana: P = beban tekan maksimum

A = luas bidang tekan ($5\text{cm} \times 5\text{cm}$)

Pengamatan dilaksanakan setiap kali dilaksanakan suatu jenis pengujian guna mendapatkan serangkaian nilai yang akan dianalisa untuk menentukan sifat fisis dan mekanis kayu kelapa. Gambar 4 menunjukkan alir pengujian.



Gambar 4. Bagan alir pengujian

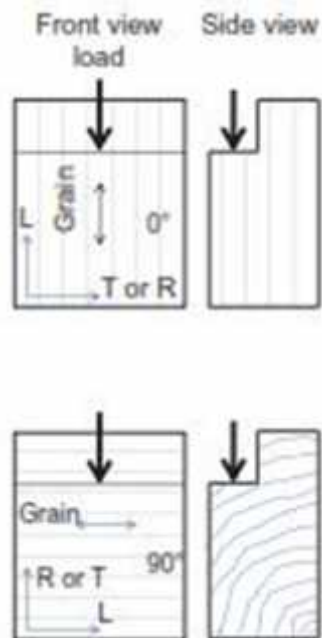
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian menunjukkan bahwa untuk semua bagian kayu, kuat tekan sejajar serat > dari kuat tekan tegak lurus serat. Tabel 2 menunjukkan perbandingan nilai kuat tekan sejajar serat dengan nilai kuat tekan tegak lurus serat.

Tabel 2. Perbandingan kuat tekan

Bagian kayu	Kuat tekan $\parallel$ serat ($\frac{kgf}{cm^2}$)		Kuat tekan $\perp$ serat ($\frac{kgf}{cm^2}$)	
	Minut	Minduk	Minut	Minduk
Atas	240,77	180,39	224,76	117,24
Tengah	422,95	412,80	78,47	209,75
Bawah (tepi)	550,00	746,92	180,77	316,62
Bawah (tengah)	289,27	169,89	239,29	58,20

Dari tabel terlihat bahwa untuk kedua lokasi nilai kuat tekan $\parallel$ serat > nilai dari kuat tekan $\perp$ serat. Penelitian yang dilakukan oleh **Gupta dan Sinha (2012)** dalam artikel *Effect of grain angle on shear strength of Douglas-fir wood*, menunjukkan bahwa kuat geser sejajar serat > dari kuat geser tegak lurus serat. Mereka menyimpulkan bahwa kuat geser kayu akan semakin berkurang, dengan meningkatnya *grain angle* dari 0° ke 90° . Gambar 5 memperlihatkan *grain angle* pada benda uji kayu konvensional.



Gambar 5. Grain angle (arah serat kayu)

Sumber: Gupta dan Sinha, 2012

Jadi dapat dikatakan bahwa sifat mekanis kayu konvensional berlaku juga pada kayu kelapa. Namun, untuk sifat mekanis kuat geser kayu kelapa tidak diuraikan pada tulisan ini, disamping itu dibutuhkan pengujian laboratorium untuk mengetahui kekuatan geser kayu kelapa. Gambar 6 dan Gambar 7 memperlihatkan pengujian kuat tekan tegak lurus serat dan pengujian kuat tekan $\parallel$ serat, serta keruntuhan yang terjadi.



Gambar 6. Uji kuat tekan $\perp$ serat

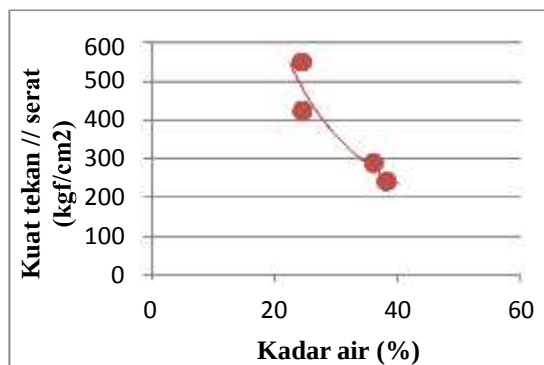


Tabel 3 memperlihatkan hubungan antara sifat fisis dan mekanis, yakni kuat tekan $\parallel$ serat dan kadar air kayu kelapa.

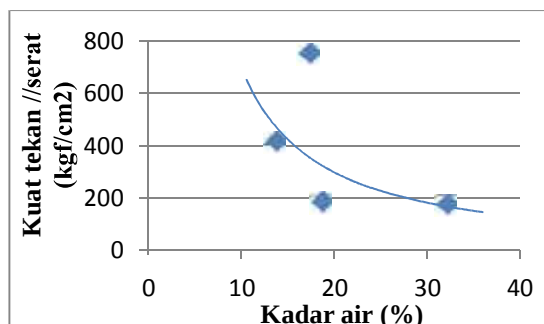
Tabel 3. Hubungan antara kuat tekan // serat dan kadar air kayu kelapa

Bagian kayu	Kuat tekan // serat (kgf/cm^2)		Kadar air (%)	
	Minut	Minduk	Minut	Minduk
Atas	240,77	180,39	38,23	18,49
Tengah	422,95	412,80	24,52	13,57
Bawah (tepi)	550,00	746,92	24,44	17,18
Bawah (tengah)	289,27	169,89	36,13	31,97

Kekuatan tekan kayu kelapa cenderung berkurang seiring meningkatnya kadar air. Hal ini terlihat pada Gambar 8 dan Gambar 9, dimana tren kekuatan tekan kayu kelapa // serat turun pada nilai kadar air yang lebih tinggi untuk kayu kelapa dari daerah Kabupaten Minahasa Utara, dan dari Kabupaten Minahasa Induk. Sementara itu, kuat tekan kayu kelapa sangat bervariasi

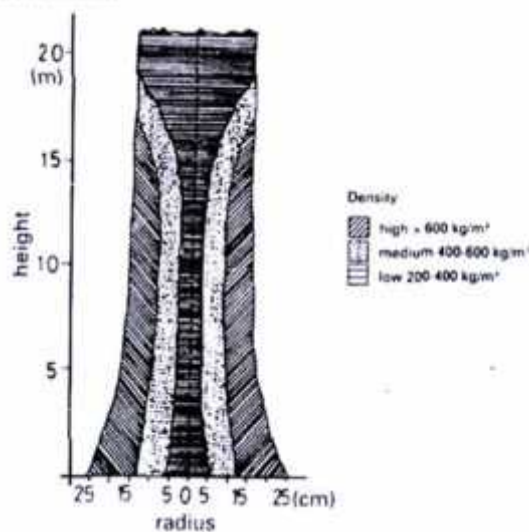


Gambar 8. Grafik kuat tekan //serat vs kadar air kayu kelapa dari Minahasa Utara.



Gambar 9. Grafik kuat tekan // serat vs kadar air kayu kelapa dari Minahasa Induk.

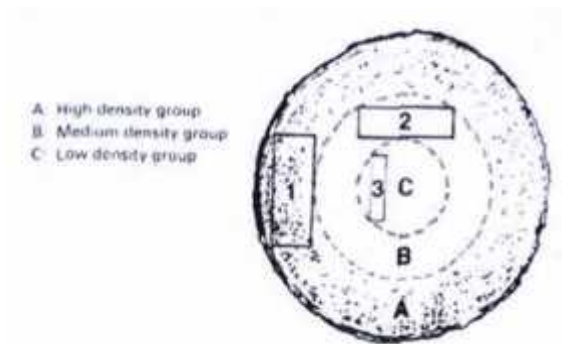
dimana kuat tekan batang bawah (lapisan luar) lebih besar, dibanding nilai kuat tekan batang tengah dan batang atas. Selain itu, dari Tabel 3 terlihat bahwa kuat tekan batang bawah (lapisan dalam) memiliki kekuatan yang hampir sama dengan batang atas. Hal ini disebabkan oleh karena anatomi kayu kelapa yang agak tidak homogen dari karakteristik fisik, yakni antara penampang dan tinggi. Dengan demikian menjadikan kayu kelapa sebagai bahan baku yang tidak homogen, yang pada prinsipnya semakin ke pusat batang, kepadatannya semakin berkurang dan hal ini terjadi sepanjang batang (Jensen dan Killmann, 1981). Hal ini disupport dengan pengujian yang dilakukan Killmann (1983) terhadap 5 batang kayu kelapa asal Filipina yang berusia 80 tahun, memberikan nilai kualitatif dari distribusi kepadatan sepanjang batang, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10. Selanjutnya Gambar 11 memperlihatkan potongan melintang kayu kelapa lengkap dengan zona kenadatan.



Gambar 10. Skema Distribusi Kepadatan Batang Kelapa

Sumber: Pendidikan Industri Kayu (PIKA), 2010

Gambar 10 memperlihatkan distribusi kepadatan kayu kelapa, dimana makin keatas batang, kepadatan semakin kecil. Selanjutnya, Gambar 11 menunjukan bahwa zona 2 memiliki kepadatan yang lebih kecil dari pada zona1.



Gambar 11. Potongan Melintang Kayu Kelapa dan Zona Kepadatan

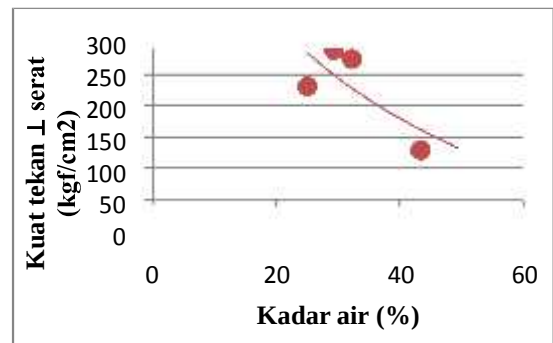
Sumber: Pendidikan Industri Kayu (PIKA), 2010

Hasil studi literatur ini menyokong hasil penelitian yang disajikan pada pada Tabel 3 di atas. Kepadatan kayu memiliki hubungan dengan kekuatan kayu. Makin besar kepadatan, kekuatan kayu makin besar. Kepadatan kayu tergantung pada tebal dinding sel, kecilnya rongga sel yang membentuk pori-pori. Rongga sel yang berbentuk pori pada kayu diisi air, sehingga kepadatan kayu berhubungan dengan kekuatan dan kadar airnya.

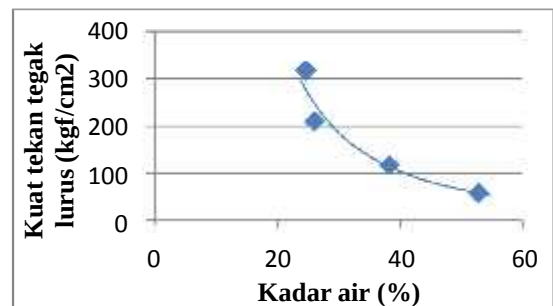
Tabel 4 memperlihatkan hubungan antara kuat tekan $\perp$ serat dan kadar air kayu kelapa, dan Gambar 12 serta Gambar 13 menyajikan tren hubungan antara kuat tekan $\perp$ serat dan kadar air kayu kelapa dari daerah Kabupaten Minahasa Utara dan dari Kabupaten Minahasa Induk.

Tabel 4. Hubungan antara kuat tekan $\perp$ serat dan kadar air kayu kelapa

Bagian kayu	Kuat te $\perp$ serat (		Kadar air (%)	
	Minut	Minduk	Minut	Minduk
Atas	224,76	117,24	32,25	38,31
Tengah	78,47	209,75	43,37	26,10
Bawah (tepi)	180,77	316,62	25,05	24,65
Bawah (tengah)	239,29	58,20	29,37	52,89



Gambar 12. Grafik kuat tekan $\perp$ serat vs kadar air kayu kelapa dari Minahasa Utara.



Gambar 13. Grafik kuat tekan $\perp$ serat vs kadar air kayu kelapa dari Minahasa Induk.

Tabel 4 menunjukan bahwa nilai kekuatan tekan $\perp$ serat dari batang bawah (lapisan tepi) lebih besar dari nilai kekuatan tekan batang tengah dan batang atas. Terlihat bahwa makin ke atas batang, nilai kuat tekan semakin kecil, sedang nilai kadar air semakin besar. Hal ini diperlihatkan dengan tegas dari pengujian kayu kelapa dari Minahasa Induk, walaupun hasil pengujian kayu kelapa dari Minahasa Utara sedikit bias. Tren hubungan antara kuat tekan $\perp$ serat vs kadar air diperlihatkan pada Gambar 12 dan 13, dimana semakin kecil kadar air, semakin besar kekuatan kayu kelapa.

4. KESIMPULAN

Sifat fisis dan mekanis kayu konvensional sehubungan dengan hubungan antara kuat tekan dengan kadar air, juga berlaku pada kayu kelapa.

Hasil pengujian menunjukan bahwa untuk semua bagian kayu, kuat tekan sejajar serat > dari kuat tekan tegak lurus serat.

Kekuatan tekan kayu kelapa cenderung berkurang seiring meningkatnya kadar air, dimana tren kekuatan tekan kayu kelapa // serat maupun $\perp$ serat, turun pada nilai kadar air yang lebih tinggi untuk kayu kelapa dari daerah Kabupaten Minahasa Utara, dan kayu kelapa dari Kabupaten Minahasa Induk.

Kuat tekan batang bawah (lapisan luar) kayu kelapa yang diuji mempunyai kekuatan yang lebih besar dari batang tengah dan batang atas. Dengan kata lain, makin ke atas batang kayu kelapa, makin kecil kuat tekan kayu. Disisi lain, kadar air batang bawah (lapisan luar) kayu kelapa yang diuji mempunyai nilai yang lebih kecil dari batang tengah dan batang atas, atau dapat dikatakan bahwa makin ke atas batang kayu kelapa, makin besar nilai kadar air.

Sehubungan dengan pemanfaatan kayu kelapa sebagai alternatif bahan konstruksi, dengan mengacuh pada PKKI '61 (lihat Tabel 5), maka direkomendasikan:

1. Batang bawah (lapisan luar) dengan kuat tekan // serat $> 650 \text{ kg/cm}^2$ (kelas kuat 1) dapat digunakan untuk konstruksi pendukung beban
2. Batang tengah (lapisan luar) dengan kuat tekan // serat $\pm 420 \text{ kg/cm}^2$ (kelas kuat III) dapat digunakan untuk konstruksi pendukung beban terbatas.
3. Batang atas (lapisan luar) dengan kuat tekan // serat $\leq 215 \text{ kg/cm}^2$ (kelas kuat V) dapat digunakan untuk konstruksi *indoor* saja, dan tidak memikul beban, misalnya dinding panel.

Tabel 5. Hubungan kelas kuat kayu dan kuat tekan.

Kelas kuat kayu	Kekuatan tekan Sejajar Serat (kg/cm^2)
I	≥ 650
II	650 – 425
III	425 – 300
IV	300 – 215
V	≤ 215

Sumber: Standarisasi dan Lingkungan Kehutanan, 2014

5. REFERENSI

1. Awaludin, Irawati, 2009. "Konstruksi Kayu". Biro Penerbit Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Edisi ketiga, Jogjakarta.
2. Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2014. "Kayu Kelapa (*Cocos nucifera* Linn.f.)". Standar Nasional Indonesia (SNI 7945:2014), Jakarta.
3. Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2012. "Kayu – Metode pengambilan contoh dan persyaratan umum untuk uji fisis dan mekanis". Standar Nasional Indonesia (SNI ISO 3129:2011), Jakarta.
4. Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2012. "Kayu – Pengujian sifat fisis dan mekanis – Istilah dan definisi. Bagian I: Konsep umum dan makrostruktur". Standar Nasional Indonesia (SNI ISO 9086 .1: 2012), Jakarta.
5. Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2010. "Kayu – Uji keteguhan tekan tegak lurus serat". Standar Nasional Indonesia (SNI ISO 3132:2010) , Jakarta.
6. Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2002. "Tata Cara Perencanaan Konstruksi Kayu Indonesia RSNIT-02-2003". Standar Nasional Indonesia (SNI), Jakarta
7. Djedjen Achmad, 2010. "Pengujian Bahan 1". Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
8. Durst Patrick B., Killmann Wulf, Brown Chris (2004). "Asia's New Woods". Journal of Forestry, June 2004; 102, 4; ProQuest page 46
9. Jensen dan Killmann, 1981 dalam Pendidikan Industri Kayu (PIKA). "Membuat Produk Kayu Kelapa". Panduan Pelatihan, PIKA Semarang 2010.
10. Marpaung Boy, 2009. "Sifat Fisis dan Mekani Kayu". Dilihat 3 April 2014. <<http://boymarpaung.wordpress.com/2009/01/24/sifat-fisis-dan-mekanik-kayu/>>
11. Pustran Balitbang PU, 1994, "Metode Pengujian Kuat Tekan Kayu di Laboratorium". Standarisasi Nasional Indonesia (SNI 03-3958-1995), Jakarta

12. "Sifat Fisik dan Mekanis Kayu Bahan Bangunan". Dilihat 3 April 2014. <<http://www.ilmusipil.com/sifat-fisik-dan-mekanik-kayu-bahan-bangunan>>.
13. Rakesh Gupta and Arijit Sinha, 2012. "Effect of grain angle on shear strength of Douglas-fir wood". *Holzforschung*, Vol. 66, pp. 655–658, 2012 • Copyright © by Walter de Gruyter • Berlin • Boston. DOI 10.1515/hf-2011-0031
14. Sulc, 1983 dalam Pendidikan Industri Kayu (PIKA). "Membuat Produk Kayu Kelapa". Panduan Pelatihan, PIKA Semarang 2010.
15. 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)>
16. Sukarto Haryono, Ir., Msi., 1999. "Struktur Kayu". Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum Jakarta.

