

## PENGARUH PENDINGINAN VAKUM TERHADAP PERUBAHAN SIFAT FISIK LAPISAN KAYU TERAS DAN GUBAL DARI KAYU KUMEA BATU

Chandra Bhuana<sup>1)</sup>, Sonong<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

### ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the effect of changes in vacuum pressure and temperature on the vacuum drying process of wood, to changes in the physical properties of the porch and sapwood layers of kumea stone wood (*manilkara merrilliana*, H.J.L). The method of achievement is to vary the vacuum pressure of 30 kPa, 65 kPa and 100 kPa, with variations in the temperature of the drying chamber 50°C, 65°C and 80°C. The dimensions of the wood are 25 cm x 2.5 cm x 1.0 cm, the two heaters as a convection heat source are installed at the bottom of the wood in the drying chamber. Tests carried out for 200 minutes and every 20 minutes measurements of mass, dimensions and measurements of cracks that occur. The results of the analysis showed that there was no change in physical properties in the form of cracks in the sapwood layer, for various variations of pressure and temperature of the vacuum drying. On the porch wood layer physical changes occur marked by the occurrence of cracks in the drying wood, except at a pressure of 30 kPa and a temperature of 50°C there is no cracking.

**Keywords:** *kumea stone wood, vacuum pressure, physical properties, crack.*

### 1. PENDAHULUAN

Kayu adalah bahan yang sering dipergunakan untuk tujuan tertentu dalam kehidupan ini. Pada penggunaan sebagai bahan tertentu, kayu tidak dapat digantikan dengan bahan lain, karena sifatnya yang spesifik. Manusia sebagai pengguna kayu mengetahui setiap jenisnya, dengan sifatnya yang berbeda. Sifat-sifat kayu perlu dikenal lebih mendalam, sehingga dapat dipilih dan ditentukan sesuai dengan kebutuhan serta penggunaannya [1]. Kayu dapat digunakan sebagai bahan struktur, misalnya untuk konstruksi bangunan, lantai, perabot rumah tangga, alat olahraga dan lain-lain. Pemilihan kayu yang baik untuk penggunaan sebagai bahan struktur, sangat penting diketahui sifat mekanik dari kayu. Pengetahuan mengenai sifat mekanik kayu mengakibatkan dapat dipilih jenis kayu dan kegunaannya yang tepat, tetapi dapat dipilih juga kemungkinan penggantian oleh jenis kayu lainnya, bila jenis kayu tersebut sulit diperoleh secara kontinyu atau harganya terlalu mahal. Pengetahuan mengenai sifat mekanik kayu akan bermanfaat pada proses pengolahan kayu, seperti proses permesinan.

Kayu kumea batu (*manilkara merrilliana*, HJL) yang merupakan salah satu jenis kayu dari hutan alam Sulawesi. Kayu kumea batu memiliki tekstur halus dan permukaan kayu yang mengkilap. Kayu ini sangat berat dan keras. Kayu ini memiliki mutu pemesian yang sangat baik sehingga cocok digunakan sebagai kayu struktur dengan beban berat untuk perumahan dan perahu, karoseri truk, tiang listrik, mebel, moulding, gagang peralatan, kerajinan dan arang [6].

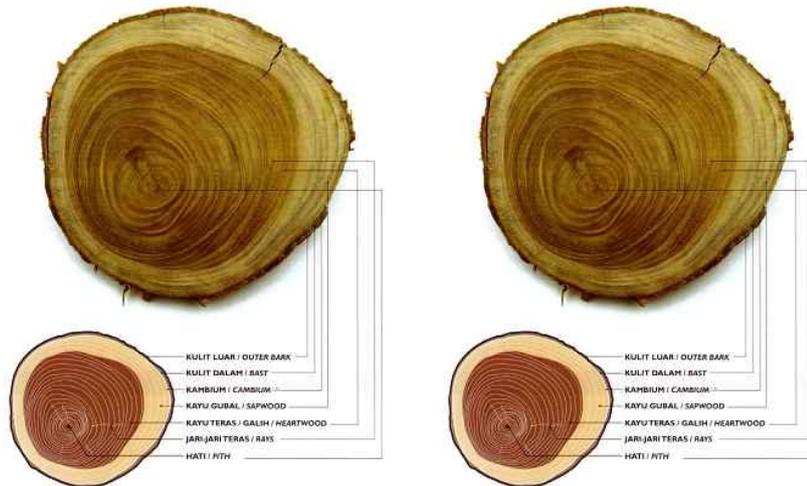
### Pengeringan Vakum

Pengeringan vakum adalah pengeringan dengan memberikan tekanan vakum pada ruang pengering yang akan menaikkan beda tekanan uap dipermukaan bahan dengan lingkungannya, sehingga laju pindah massa uap air juga akan meningkat [7]. Proses pengeringan kayu pada pengeringan vakum berjalan lebih cepat dibanding proses pengeringan konvensional, karena air di dalam kayu menguap dengan cepat. Pengeringan vakum dilakukan pada tekanan vakum dengan pemberian panas secara konvektif.

### Kayu Teras dan Kayu Gubal

Haygreen dan Bowyer (1982) menyatakan bahwa, pengamatan suatu potongan melintang batang bagian tengah yang lebih gelap didekat empulur disebut sebagai kayu teras (*heartwood*), kemudian dikelilingi oleh bagian luar yang lebih terang disebut sebagai kayu gubal (*sapwood*). Di dalam kayu gubal terdapat sel-sel yang hidup. Kayu teras secara fisiologis tidak berfungsi lagi, tetapi hanya menunjang pohon secara mekanis. Dalam permulaan kehidupan, semua kayu yang dibentuk secara fisiologis aktif akan membentuk kayu gubal, tetapi sesudah batang bertambah diameternya tiap tahun dari

<sup>1</sup> Korespondensi penulis: Chandra Bhuana, Telp. 081340160225, chandrabhuana@poliupg.ac.id



Gambar 1. Penampang Melintang Kayu

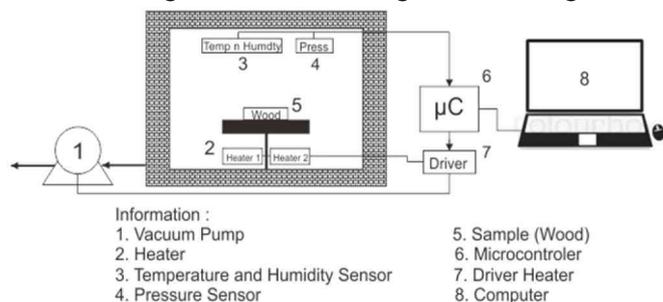
Lapisan-lapisan kayu gubal baru di luar kayu yang sudah ada. Kayu yang tua di bagian dalam lambat laun berhenti bekerja, kecuali secara mekanis. Kayu ini juga mengalami perubahan-perubahan tertentu lainnya, akibatnya kayu gubal yang lama diubah menjadi kayu teras. Dengan bertambahnya diameter pohon, tebal kayu teras bertambah sedangkan kayu gubal relatif tetap. Akibatnya, pohon-pohon besar biasanya hanya mengandung lapisan luar kayu gubal yang relatif tipis, yang sebagian besar dihilangkan dalam penggergajian kayu bulat menjadi papan-papan dan kayu bangunan [1].

Penampang sebatang pohon seperti gambar 1 diatas, dapat dijelaskan sebagai berikut :

- 1) Kulit luar, bagian ini bersifat kering dan sifatnya sebagai pelindung
- 2) Kayu gubal (sapwood), bagian kayu yang masih muda terdiri dari sel-sel yang masih hidup, yang berfungsi sebagai penyalur cairan dan tempat penimbunan zat-zat makanan.
- 3) Kayu teras (heartwood), bagian jaringan sel yang membentuk kayu keras, yaitu bagian batang yang fungsinya untuk memperkuat batang kayu agar tegar berdiri.
- 4) Hati kayu (pitch), bagian kayu yang terletak pada pusat lingkaran tahun. Biasanya digunakan untuk menentukan jenis suatu pohon.
- 5) Lingkaran tahun, bagian kayu yang terbentuk pada permulaan dan pada akhir suatu musim. Melalui lingkaran tahun ini dapat diketahui umur suatu pohon.

## 2. MATERIAL DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Politeknik Negeri Ujung Pandang pada Laboratorium Instrumentasi dan Kontrol. Desain sistem pengering vakum dengan akuisisi data dapat dilihat pada gambar 2. Dalam melakukan pengujian diperlukan sistem pengujian dan instrumentasi pengujian yang terdiri dari pompa vakum untuk mengeluarkan udara dari ruang pengering, 2 buah heater sebagai sumber panas, sensor tempratur dan tekanan yang digunakan untuk mengatur tempratur dan tekanan vakum selama proses pengujian, bahan uji berupa lapisan kayu teras dan gubal dari kayu kumea batu dengan dimensi (25x2,5x1) cm. Adapun Laptop , mikrokontroler dan pengendali heater digunakan untuk mengatur dan mengendalikan proses pengujian.



Gambar 2. Desain Alat Pengering Vakum

### Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian dilakukan secara bertahap, yaitu

- (1) Timbang massa kayu dengan timbangan digital dan ukur kadar air kayu dengan menggunakan Moisture Meter. Setiap benda uji kayu harus mempunyai ukuran yang sama dengan toleransi  $\pm 0,5$  mm (SNI ISO 3129: 2011).
- (2) Masukkan benda uji ke dalam ruang pengering, lalu atur tekanan vakum dan temperatur pengujian serta interval waktu pencatatan data pengujian dengan menggunakan akuisisi data.
- (3) Variasi tekanan vakum adalah 30, 65 dan 100 kPa dan temperatur ruang pengering divariasikan sebanyak 3 kondisi yaitu, 50, 65, dan 80°C.
- (4) Pengeringan berlangsung selama 200 menit dengan metode tidak kontinyu, dimana tiap interval 20 menit dilakukan penimbangan.
- (5) Lakukan langkah 4 secara terus menerus sampai lama pengeringan 200 menit tercapai.
- (6) Ulangi langkah 1 – 5 hingga variasi tekanan vakum dan temperatur ruang pengering selesai di uji secara keseluruhan.

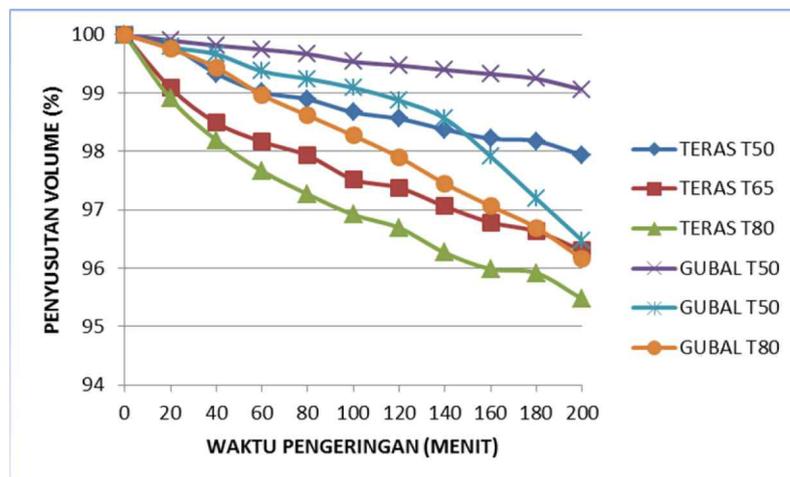
Setiap tahap pengujian dilakukan pengukuran dimensi dan celah retak yang terjadi pada tiap lapisan kayu.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengeringan kayu terjadi perpindahan panas dan massa yang mudah menguap dari permukaan kayu. Pada proses pengeringan kayu permukaan kayu akan lebih cepat kering dibandingkan bagian dalam kayu, karena terjadi proses penguapan pada permukaan. Proses penguapan ini merupakan proses difusi kandungan air dari permukaan kayu ke udara [5].

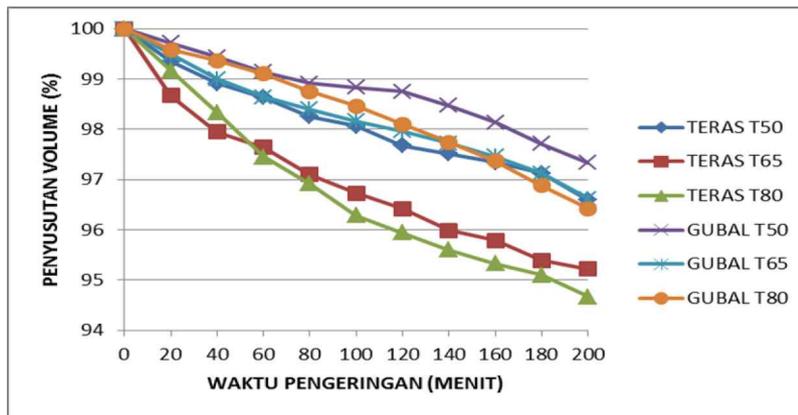
Proses difusi ini akan lebih cepat terjadi jika pengeringan kayu dilakukan didalam ruang pengering yang bertekanan vakum, sebab pengeringan vakum mengakibatkan terjadinya perpindahan massa air dari rongga kayu kepermukaan kayu dan dari permukaan kayu ke sekeliling ruang pengering pada temperatur yang lebih rendah [3]. Laju perpindahan massa yang tinggi kepermukaan kayu mengakibatkan terjadinya perubahan sifat fisik dari kayu berupa perubahan massa kayu dan perubahan dimensi kayu, yang mengakibatkan penyusutan volume kayu. Penyusutan volume kayu terjadi pada semua lapisan kayu, baik pada lapisan kayu teras maupun gubal.

Lapisan kayu teras dan gubal dari kayu kumea batu, juga mengalami perubahan sifat fisik berupa penyusutan volume kayu pada proses pengeringan vakum. Gambar 3-5 memperlihatkan besarnya persentase penyusutan volume lapisan kayu teras dan gubal dari kayu kumea batu pada berbagai variasi temperatur dan tekanan vakum.



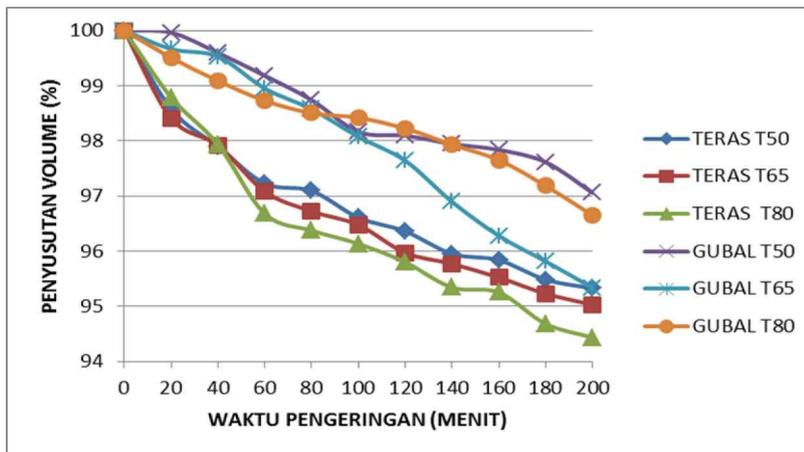
Gambar 3. Hubungan Waktu Pengeringan dengan Penyusutan Volume Kayu pada Tekanan Vakum 100 kPa dengan Variasi Temperatur untuk Lapisan Kayu Teras dan Gubal

Dari gambar juga terlihat bahwa persentase laju penyusutan volume kayu terbesar terjadi pada 40 menit pertama waktu pengeringan. Hal ini disebabkan oleh besarnya laju pengeringan pada 40 menit pertama pada proses pengeringan vakum [2]. Persentase penyusutan volume kayu terendah setelah dikeringkan selama 200 menit, terjadi pada lapisan kayu gubal pada tekanan 100 kPa dan temperatur 50 °C sebesar 0,94% dengan rata-rata persentase laju penyusutan volume sebesar 0,0047%/menit.



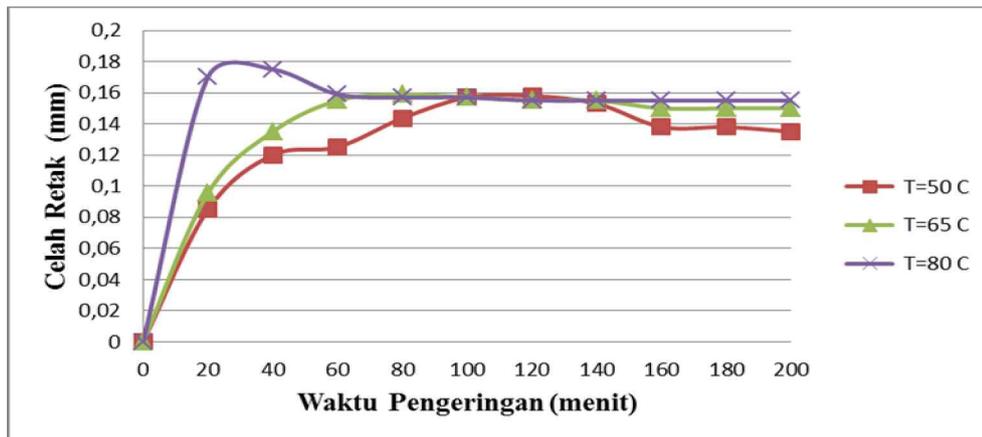
Gambar 4. Hubungan Waktu Pengeringan dengan Penyusutan Volume Kayu pada Tekanan Vakum 65 kPa dengan Variasi Temperatur untuk Lapisan Kayu Teras dan Gubal

Persentase penyusutan volume kayu terbesar terjadi pada pengeringan lapisan kayu teras dengan tekanan 30 kPa dan temperatur 80°C sebesar 5,57%, dimana rata-rata persentase laju penyusutan volume sebesar 0,028 %/menit.



Gambar 5. Hubungan Waktu Pengeringan dengan Penyusutan Volume Kayu pada Tekanan Vakum 30 kPa dengan Variasi Temperatur untuk Lapisan Kayu Teras dan Gubal

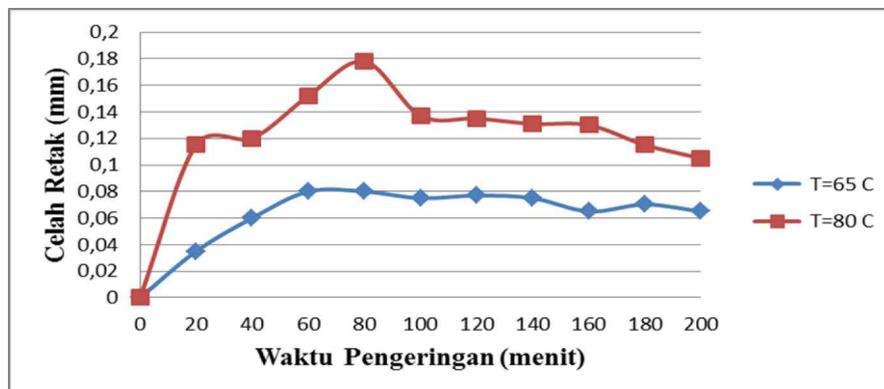
Gambar 6 memperlihatkan retakan yang terjadi pada struktur permukaan kayu yang dikeringkan dengan tekanan 65 kPa, untuk semua variasi temperatur yang diuji. Retakan yang menimbulkan celah retak mulai terlihat pada 20 menit pertama pengujian. Celah retak terbesar terjadi pada pengeringan dengan temperatur 80°C. Tingginya persentase penyusutan volume kayu pada temperatur 80°C, mengakibatkan terjadinya retakan dengan celah retak yang cukup besar secara tiba-tiba dalam waktu yang cepat pada awal pengeringan (overshoot)(Gambar 4). Hal ini juga mengakibatkan bentuk garis kurva pada temperatur 80°C terlihat berbeda dari bentuk garis kurva variasi temperatur yang lain. Lebar celah keretakan terbesar pada kondisi ini adalah 0,175 mm. Setelah proses pengujian berlangsung selama 80 menit, lebar celah retakan juga terlihat konstan.



Gambar 6. Hubungan Waktu Pengeringan dengan Celah Retak Kayu pada Tekanan Vakum 30kPa dengan Temperatur 65 °C dan 80 °C untuk Lapisan Kayu Teras

Persentase laju penyusutan volume kayu yang rendah pada tekanan vakum 30 kPa dan 50°C seperti terlihat pada gambar 5, tidak mengakibatkan terjadinya retakan pada struktur permukaan kayu, yang telah dikeringkan selama 200 menit. Dimana tiap 20 menit dilakukan pengukuran celah retak menggunakan mikroskop digital dengan pembesaran 500X.

Retakan hanya terjadi pada permukaan struktur kayu yang dikeringkan pada tekanan vakum 30 kPa dan temperatur 65°C dan 80°C. Keretakan berupa celah retak mulai terlihat setelah kayu dikeringkan pada 20 menit pertama pengeringan. Celah retak terjadi secara tiba-tiba dalam waktu yang cepat (overshoot), berlangsung sebanyak dua kali yaitu pada awal pengeringan dan pada saat 40 menit pengeringan itu berlangsung. Kondisi ini di sebabkan oleh tingginya laju prosentase penyusutan volume kayu (Gambar 5), sebab temperatur pengujian 80°C berada jauh diatas temperatur penguapan air pada tekanan vakum 30 kPa. Saat waktu pengeringan telah berlangsung selama 120 celah retak yang terjadi juga terlihat konstan sampai waktu pengeringan berakhir (Gambar 7).



Gambar 7. Hubungan Waktu Pengeringan dengan Celah Retak Kayu pada Tekanan Vakum 30kPa dengan Temperatur 65 °C dan 80 °C untuk Lapisan Kayu Teras

Lapisan kayu teras pada tekanan 100 kPa dan lapisan kayu gubal pada berbagai variasi tekanan dan temperatur vakum tidak mengalami keretakan. Hal ini disebabkan oleh rendahnya prosentase penyusutan volume kayu pada kondisi tersebut.

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian adalah sebagai berikut:

1. Persentase penyusutan volume kayu yang rendah pada pengeringan vakum lapisan kayu gubal kayu kumea batu dengan berbagai variasi tekanan dan temperatur vakum, tidak mengakibatkan terjadinya perubahan sifat fisik berupa keretakan pada kayu.
2. Persentase penyusutan volume kayu yang tinggi pada pengeringan vakum lapisan kayu teras kayu kumea batu pada tekanan 30 kPa dan 65 kPa, mengakibatkan terjadinya perubahan sifat fisik berupa

keretakan pada kayu untuk semua variasi temperatur. Kecuali pada temperatur 50°C dengan tekanan 30 kPa tidak terjadi keretakan karena prosentase penyusutan volume kayu yang rendah pada temperatur tersebut.

## **5. DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Budianto. Sistem Pengeringan Kayu. Jakarta: Kanisius. (1996).
- [2] Chandra Bhuana dan Sonong. Pengaruh Pengeringan Vakum Terhadap Kekuatan Mekanik Lapisan Kayu Teras dan Gubal dari Kayu Kumea Batu. Prociding SNP2M PNUP. Makassar (2018).
- [3] Chen, Z., F. M. Lamb. A Vacuum drying System for Green Hardwood Parts. Drying Technology Vol. 22, No.3, pp. 577-595. Tsukuba, Japan. (2001) 116-121.
- [4] Chen, Z., F. M. Lamb. The Primary driving force in wood vacuum drying. Proceeding of 7<sup>th</sup> IUFRO wood drying conference. Tsukuba, Japan. (2001) 116-121. [4] Hygreen dan Bowyer. Hasil Hutan dan Ilmu Kayu, Suatu Pengantar. Dialih Bahasakan oleh Sutjipto A. Hadikusumo. UGM Press. Yogyakarta. 1996.
- [5] Jung, H.S. Comparison of Vacuum Drying Characteristics of Red Pine Square Timber Using Different Heating Methods. International IUFRO Wood Drying Conference; 8th. (2003).
- [6] Lempang, M. and Asdar M. Anatomical structure, physical and mechanical properties of kumea wood. Journal of Forest Observation Yielding. 26 (2008) 138-147.
- [7] Panshin, A. J., Zeeuw., Textbook of Wood Technology. (1980).14 ed. McGraw-Hill.