

**PERAN POSISI PEMANAS UDARA PADA PENGERINGAN VAKUM TERHADAP
PERUBAHAN SIFAT FISIK DARI KAYU KUMEA BATU (MANIKARRA
MERRILLIANA, H.J.L.)**

Chandra Bhuana¹⁾, Sonong²⁾

^{1,2)}Mechanical Engineering Department, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar, Indonesia 90245

ABSTRACT

The purpose of this study was to explore the role, variations in the position of air heaters in the vacuum drying process, on changes in the physical properties of kumea batu wood (*manilkarra merrilliana*, H. J. L). The dimensions of the test material are 25 cm x 2.5 cm x 1 cm. Observations were made at a vacuum pressure of 30 kPa with variations in the position of the air heater, namely the two air heaters were below, above and above and below the test material. The drying process is carried out for 200 minutes. The results show that the position of the air heater does not change the effective interval of the vacuum drying rate, which is during the first 40 minutes. However, it provides a significant change in the percentage of decreasing moisture content and quality of drying wood. The best cracks are in the position of the air heater above and below.

Keywords: Manilkarra merrilliana, H.J.L., Air heater position, Vacuum drying, Overshoot.

PENDAHULUAN

Kayu kumea batu (*manilkarra merrilliana*, H.J.L), adalah salah satu dari bermacam-macam jenis kayu asli Pulau Sulawesi. Kayu kumea mempunyai tekstur yang halus, bergaris-garis, mengkilap dan keras dan berat dengan berat jenis kering udara 0,92 kg/cm³ dan kering tanur 1,04 kg/cm³, serta mempunyai penyusutan yang besar dan mudah retak [4]. Besarnya penyusutan diakibatkan oleh kerapatan kayu kumea batu yang tinggi, dimana semakin tinggi kerapatan kayu maka kecenderungan untuk menyusut semakin besar [8]. Kerapatan yang tinggi diakibatkan oleh tebalnya dinding sel [6]. Pengaruh kelembaban pada proses pengeringan alami, dapat mengakibatkan keretakan pada kayu kumea batu.

Proses pengeringan merupakan proses penting pada pembuatan produk kayu. Kecepatan pengeringan vakum adalah 3-17 kali dibanding proses pengering konvensional [3]. Menurut hukum Darcy's, air berpindah karena perbedaan tekanan total. Perbedaan tekanan total dan difusi adalah daya penggerak utama selama pengeringan vakum [2]. Proses pengeringan vakum sangat cepat, karena perbedaan tekanan yang besar pada permukaan kayu yang mengakibatkan laju pengeringan berlangsung lebih cepat [1].

Penelitian pengeringan vakum telah dilakukan banyak peneliti, antara lain proses pengeringan vakum menggunakan kayu jati merah pada temperatur ruangan [1], selanjutnya penelitian mengenai proses pengeringan vakum pada kayu gubal dengan metode konduksi, mengakibatkan pengeringan vakum berlangsung cepat dan laju pengeringan bertambah bila temperatur pengeringan dinaikkan. Kualitas pengeringan yang baik adalah tanpa adanya perubahan warna pada kayu [2]. Selanjutnya proses pengeringan vakum dengan menggunakan metode pemanasan yang berbeda yaitu konduksi, radio-frequency dan hibrid (konduksi dan radio-frequency) [3]. Penelitian ini mengamati perubahan kadar air, kayu jati berbentuk kubus yang diberi beban seberat 0.092 MPa dan dikeringkan vakum dengan pemanasan radio-frequency [5], dengan sumber panas yang sama dilakukan penelitian mengenai perbandingan antara kayu gubal dan kayu teras pada tiga jenis kayu spesies berbeda (*Picea abies*, *Abies alba* dan *Fagus silvatica*) [7].

Kayu Oriental beech dan Scots pine diteliti menggunakan pemanasan infrared pada kondisi vakum, untuk menganalisa nilai keteguhan patah (MOR), keteguhan lengkung statis (MOE) dan compression strength (CS) yang dihasilkan [9]. Dilakukan juga pengeringan vakum pada kayu Chinese catalva (*Lignum catalva ovata*), menggunakan energy ultrasonic berdaya 100 W dan frequency 28 kHz pada tekanan 0.05 MPa dan 0.08 MPa serta temperatur 60°C [13].

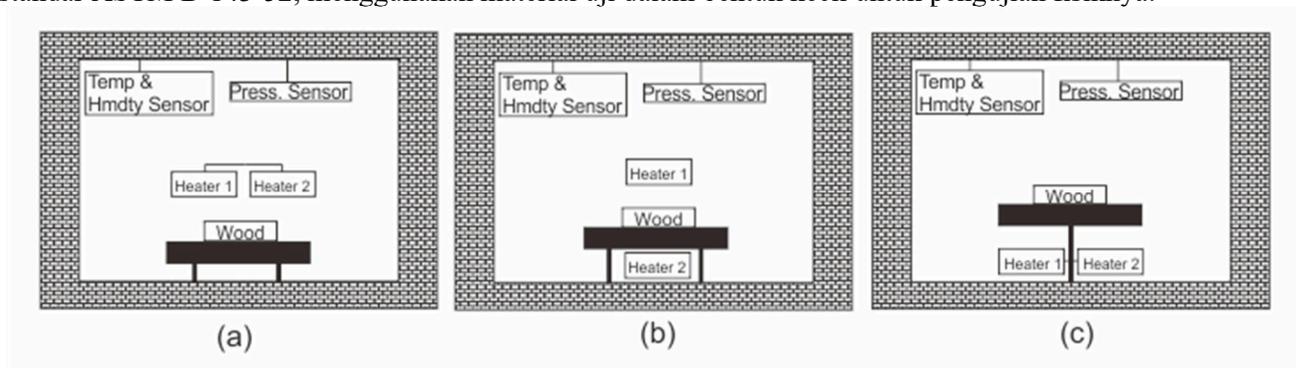
Penelitian diatas, belum ada yang meneliti peran posisi pemanas udara pada pengeringan vakum. Berdasarkan hal tersebut diatas, maka dilakukan analisis peran posisi pemanas udara pada proses pengeringan vakum terhadap perubahan sifat fisik kayu kumea batu. Meliputi pengukuran laju pengeringan, perubahan kadar air dan hubungannya dengan perubahan struktur permukaan.

Bahan dan Metode

¹ Korresponding author: Chandra Buana, Telp.087705662967, chandrabhuana@poliupg.ac.id

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu kumea batu (*manilkarra merrilliana*, H.J.L) dengan ukuran panjang log 100 cm dan diameter 40 cm, dimana kayu ini telah mengalami pengeringan secara alamiah di dalam hutan alam Kabupaten Luwu Timur Provinsi Sulawesi Selatan. Bahagian kayu teras dari kayu ini dibuat menjadi material uji dengan dimensi 25 cm x 2.5 cm x 1 cm. Kayu kumea yang telah diukur kadar air awalnya dengan alat ukur moisture lumber lalu ditimbang massanya dengan timbangan digital, dimasukkan kedalam ruang pengering vakum lalu diletakkan secara paralel dengan 2 buah pemanas udara dengan daya 130 Watt. Kedua pemanas udara berada 10 cm diatas material uji, sebagai sumber panas konveksi. Tekanan ruang pengering diatur pada tekanan vakum 30 kPa dengan variasi tempratur sebesar 35°C, 50°C, 65°C dan 80°C. Waktu pengamatan untuk tiap variasi tempratur adalah 200 menit, dimana tiap 20 menit dilakukan pengukuran perubahan massa, foto struktur permukaan dan pengukuran celah retak dari material uji dengan mikroskop digital pembesaran 500X.

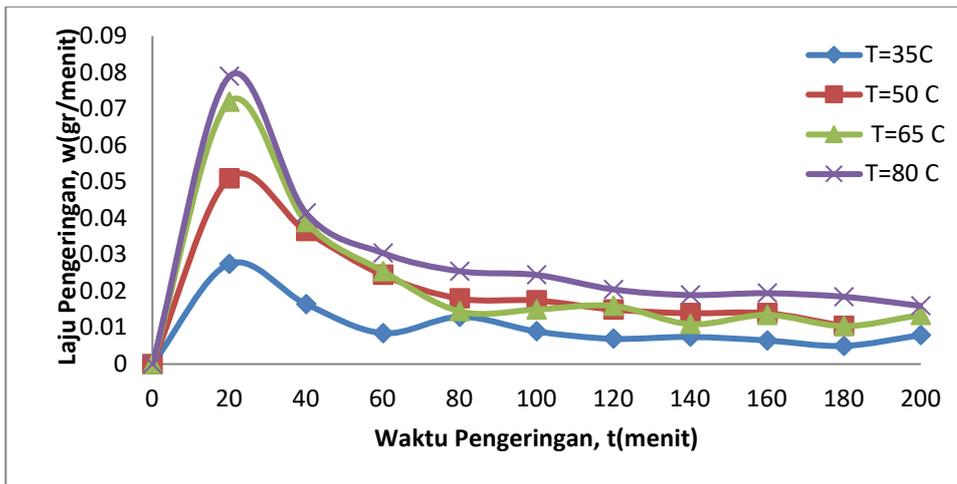
Setelah pengujian selesai, selanjutnya dilakukan pengujian kembali dengan material uji yang berbeda pada posisi satu pemanas udara diletakkan pada bahagian bawah dan yang lain tetap pada bahagian atas material uji dengan jarak 10 cm pada tekanan vakum dan variasi tempratur yang sama. Dengan metode yang sama dilakukan pengujian kembali pada posisi kedua pemanas udara diletakkan pada bahagian bawah material uji (Gambar 1). Pengaturan tekanan vakum dan tempratur pengeringan serta pengukuran kelembaban udara ruang pengering diatur dan dikontrol menggunakan data akuisisi. Pengujian ini dilakukan sesuai dengan standar ASTM D 143-52, menggunakan material uji dalam bentuk kecil untuk pengujian fisiknya.



Gambar 1. Skema Pengering Vakum Pemanasan Konveksi dengan Posisi Pemanas yang Berbeda
(a). Atas (b). Atas-Bawah (c). Bawah

Hasil dan Pembahasan

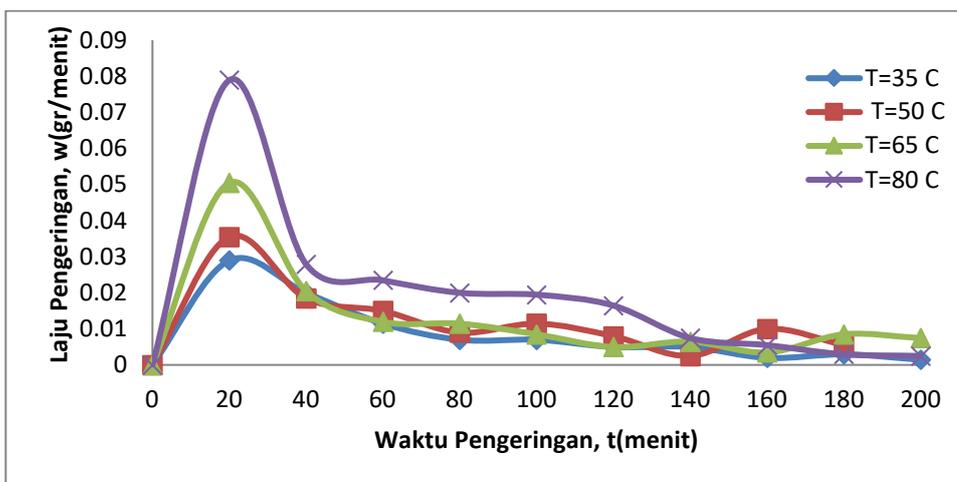
Kayu kumea batu (*manilkarra merrilliana*, H.J.L) dikeringkan dengan proses pengeringan vakum selama 200 menit. Pengeringan vakum dengan posisi kedua pemanas udara berada dibawah material uji, memperlihatkan laju pengeringan yang tinggi pada 20 menit pertama dan efektif selama 40 menit pertama. Hal ini disebabkan banyaknya kandungan air didalam rongga kayu, mengakibatkan besarnya perpindahan massa air keluar dari rongga ke permukaan kayu [2]. Kondisi ini terjadi pada semua variasi tempratur. Laju pengeringan tertinggi terjadi pada 20 menit pertama pengeringan, sebesar 0,079 gr/menit dengan rata-rata 0,0292 gr/menit pada tempratur 80°C. Laju pengeringan terendah pada 20 menit pertama dan tempratur 35°C sebesar 0,028 gr/menit dengan rata-rata 0,0114 gr/menit. Laju pengeringan menurun rata-rata sebesar 40% pada semua variasi tempratur, untuk 40 menit pertama pengeringan (Gambar 2).



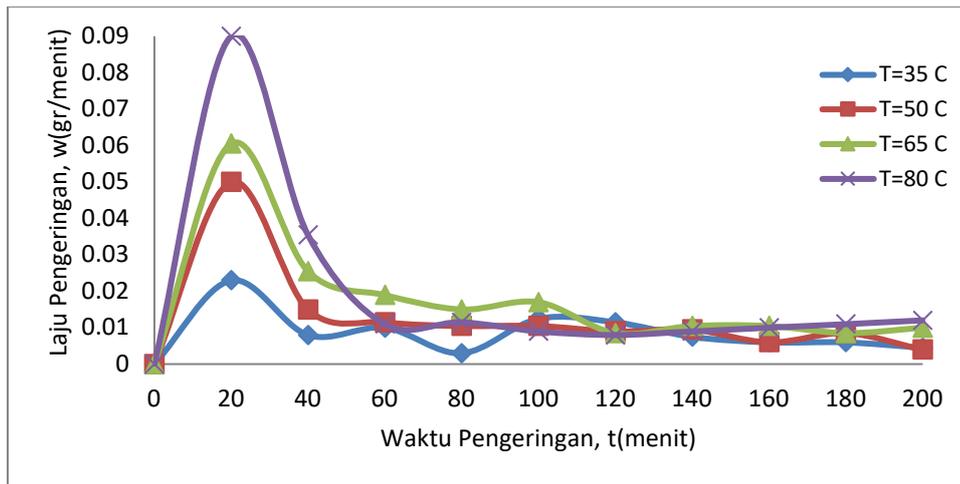
Gambar 2. Hubungan Waktu Pengeringan terhadap Laju Pengeringan pada Tekanan 30 kPa dan Temperatur Bervariasi dengan Posisi Kedua Pemanas berada dibawah

Gambar 3 memperlihatkan hasil penelitian hubungan waktu dan laju pengeringan pada tekanan vakum 30 kPa dan temperatur bervariasi, dimana kedua pemanas udara berada diatas material uji. Laju pengeringan adalah banyaknya massa air yang keluar dari dalam kayu persatuan waktu. Hasil pengujian memperlihatkan laju pengeringan tertinggi terjadi pada temperatur 80 °C selama 20 menit pertama, sebesar 0,079 gr/menit dengan rata-rata sebesar 0,0205 gr/menit. Laju pengeringan terendah pada temperatur 35°C sebesar 0,029 gr/menit dengan rata-rata 0,0091 gr/menit. Saat pengeringan mencapai 40 menit pertama, laju pengeringan turun dengan cepat hingga 0,028 gr/menit. Persentase penurunan laju pengeringan berturut turut mulai dari 65% pada temperatur 80°C, 60% pada temperatur 65°C, 48% pada temperatur 50°C dan 30% pada temperatur 35°C. Jika dirata-ratakan, persentase penurunan laju pengeringan mencapai 50%. Efektifitas pengeringan berlangsung selama 40 menit pertama, selanjutnya garis kurva laju pengeringan terlihat landai hingga pengeringan berakhir. Hal ini disebabkan karena pada awal pengeringan kandungan air kayu masih tinggi, sehingga perbedaan kadar air kayu dan kadar air seimbang sangat besar.

Pada posisi pemanas udara berada diatas dan dibawah material uji, efektifitas pengeringan juga berlangsung selama 40 menit pertama dan laju pengeringan tertinggi pada 20 menit pertama. Pada temperatur 80 °C laju pengeringan tertinggi 0.09 gr/menit dengan rata-rata 0,0207 gr/menit, sedangkan laju pengeringan terendah pada temperatur 35 °C adalah 0,023 gr/menit dengan rata-rata 0,0092 gr/menit. Setelah pengeringan berlangsung 40 menit, terjadi penurunan persentase laju pengeringan hingga 63% pada semua variasi temperatur (Gambar 4).

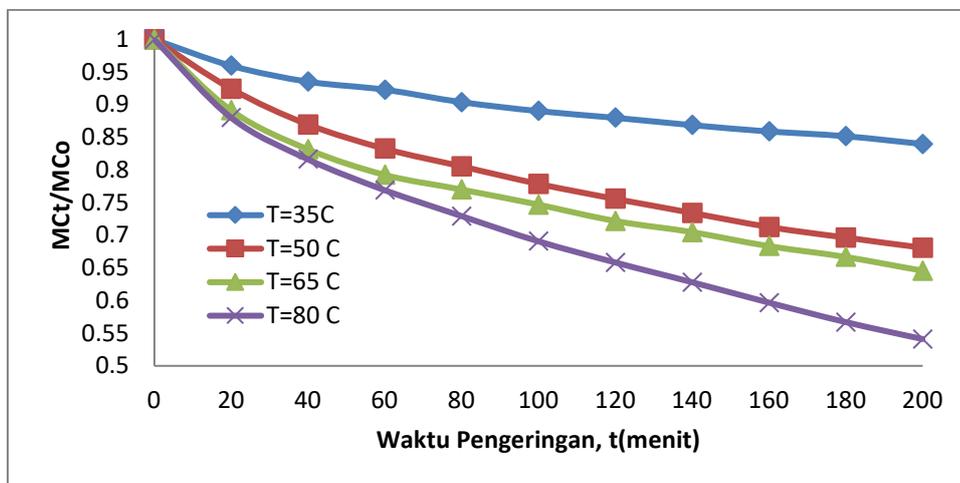


Gambar 3. Hubungan Waktu Pengeringan terhadap Laju Pengeringan pada Tekanan 30 kPa dan Temperatur Bervariasi dengan Posisi Kedua Pemanas berada diatas

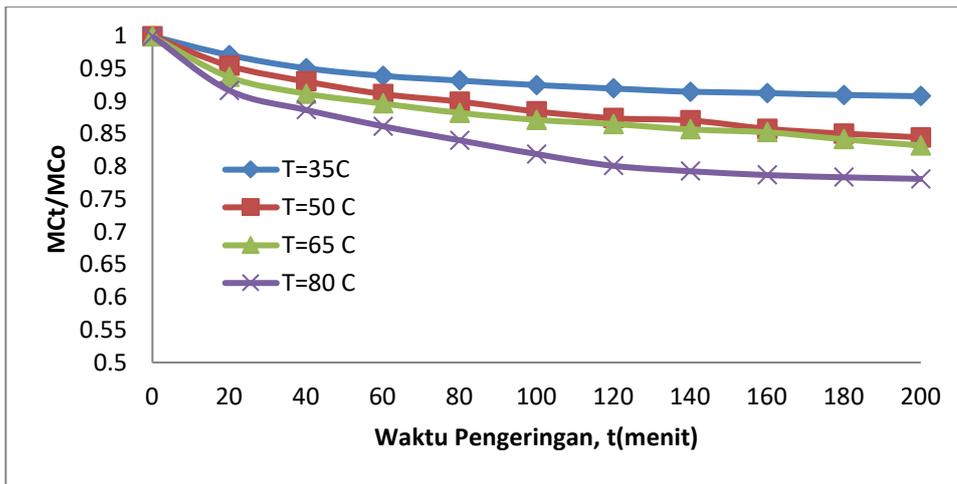


Gambar 4. Hubungan Waktu Pengerangan terhadap Laju Pengerangan pada Tekanan 30 kPa dan Temperatur Bervariasi dengan Posisi Pemanas berada diatas dan dibawah

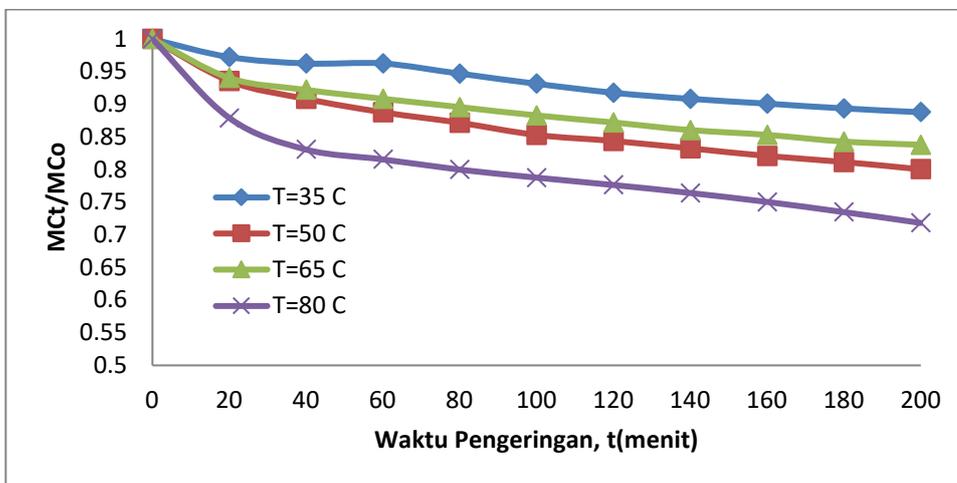
Gambar 5-7 memperlihatkan analisis hubungan perubahan kadar air terhadap waktu pengeringan pada tekanan vakum 30 kPa dan temperatur bervariasi dengan berbagai variasi posisi pemanas udara. Hasil analisis memperlihatkan hubungan signifikan antara laju pengeringan dengan perubahan kadar air. Perubahan kadar air terkecil, terjadi pada posisi kedua pemanas udara berada diatas sebesar 11.4% pada temperatur 35°C. Sedangkan perubahan kadar air terbesar terjadi pada posisi kedua pemanas udara berada dibawah sebesar 45.9% pada temperatur 80°C. Hasil penelitian memperlihatkan posisi pemanas udara berada diatas dan dibawah, menghasilkan perubahan kadar air yang berada diantara kedua variasi posisi pemanas. Posisi pemanas udara pada pengeringan vakum berpengaruh nyata terhadap perubahan kadar air, disebabkan pengaruh gaya apung dari pemanasan udara didalam ruang pengering.



Gambar 5. Hubungan Waktu Pengerangan terhadap Persentase Kadar Air pada Tekanan 30 kPa dan Temperatur Bervariasi dengan Posisi Kedua Pemanas berada dibawah



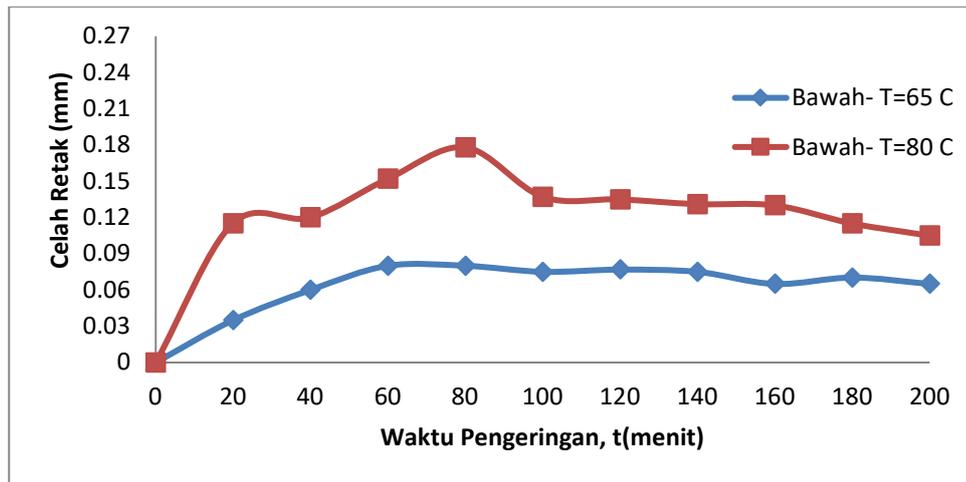
Gambar 6. Hubungan Waktu Pengeringan terhadap Persentase Kadar Air pada Tekanan 30 kPa dan Temperatur Bervariasi dengan Posisi Kedua Pemanas berada diatas



Gambar 7. Hubungan Waktu Pengeringan terhadap Persentase Kadar Air pada Tekanan 30 kPa dan Temperatur Bervariasi dengan Posisi Pemanas berada diatas dan dibawah

Retakan terjadi pada struktur permukaan 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. Celah retak terjadi secara tiba-tiba dalam waktu yang cepat (overshoot). Overshoot berlangsung dua kali yaitu awal pengeringan dan saat 40 menit pengeringan.

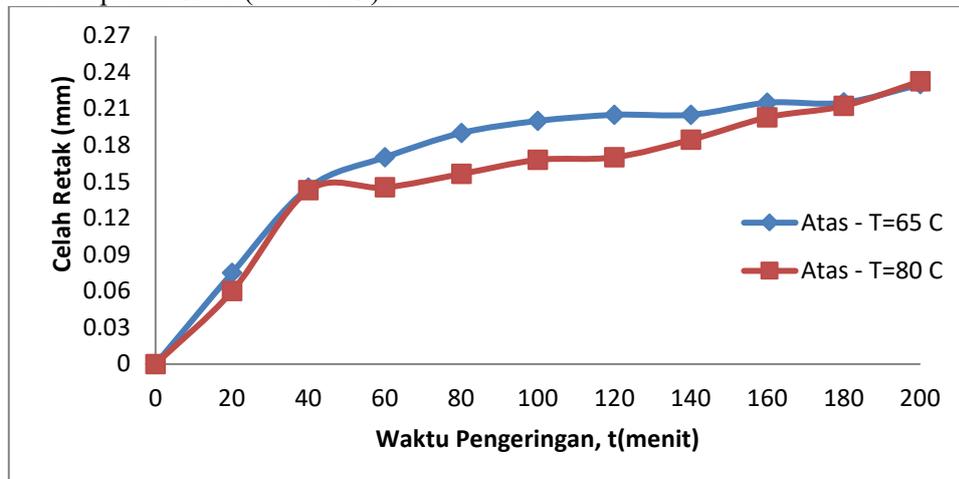
Kondisi ini disebabkan tingginya laju pengeringan (Gambar 2) dan perubahan kadar air yang besar karena temperatur pengujian 80°C berada jauh diatas temperatur penguapan air pada tekanan vakum 30 kPa (Gambar 5). Saat pengeringan berlangsung 120 menit, celah retak yang terjadi terlihat konstan sampai pengeringan selesai (Gambar 8).



Gambar 8. Hubungan Waktu Pengeringan dengan Celah Retak pada Tekanan Vakum 30 kPa dan Temperatur Bervariasi dengan Kedua Pemanas berada dibawah

Pada posisi kedua pemanas udara berada diatas material uji pada tekanan vakum 30 kPa dengan temperatur 35°C dan 50°C, tidak terjadi celah retak pada struktur permukaan kayu. Hal ini diakibatkan rendahnya laju pengeringan (Gambar 3) dan kecilnya perubahan kadar air (Gambar 6).

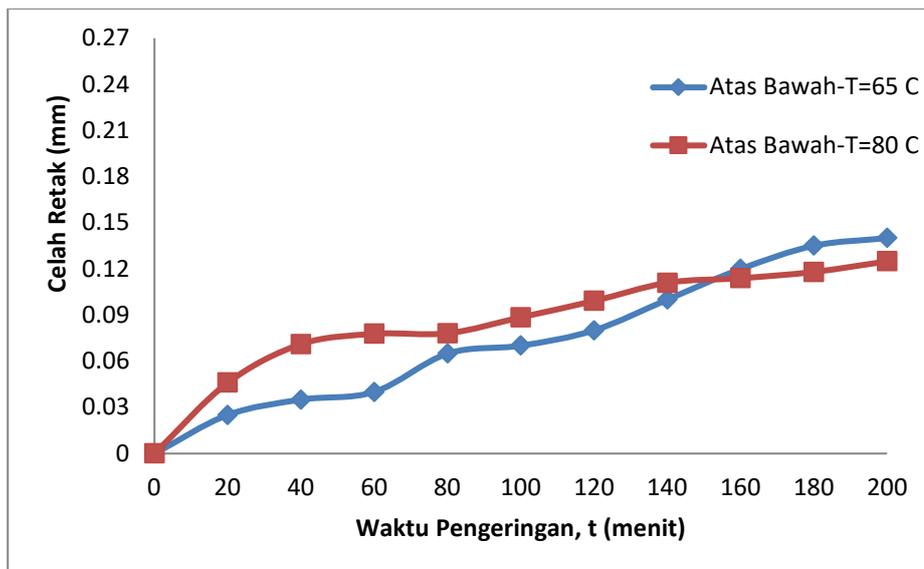
Pada temperatur 65°C dan 80°C celah retak mulai terlihat pada 20 menit pertama pengeringan, bahkan terjadi overshoot pada kedua temperatur tersebut. Hal ini disebabkan tingginya laju pengeringan (Gambar 3) dan tercapainya temperatur penguapan pada tekanan 30 kPa. Sehingga penurunan kadar air berlangsung cepat akibat beda tekanan dan temperatur yang tinggi pada permukaan dan didalam kayu, serta akumulasi panas yang besar pada bahagian atas kayu akibat pengaruh gaya apung. Laju celah retak sangat cepat hingga 40 menit pertama pengeringan, mencapai 0.143 mm. Setelah 40 menit pertama laju celah retak mengalami perlambatan, bahkan menurun pada temperatur 65°C (Gambar 9).



Gambar 9. Hubungan Waktu Pengeringan dengan Celah Retak pada Tekanan Vakum 30 kPa dan Temperatur Bervariasi dengan Kedua Pemanas berada diatas

Pada posisi pemanas udara diatas dan dibawah material uji, pada temperatur 35°C dan 50°C, tidak terlihat retakan struktur permukaan kayu. Retakan berupa celah retak terjadi pada temperatur 65°C dan 80°C. Posisi pemanas udara diatas dan dibawah membuat laju pengeringan pada 20 menit pertama lebih tinggi dibanding posisi pemanasan udara yang lain, terutama pada temperatur 80°C (Gambar 4), dan posisi ini tetap mengakibatkan terjadi retakan.

Posisi pemanas udara diatas dan dibawah mengakibatkan munculnya celah retak, tetapi celah retak yang muncul berlangsung secara perlahan dan tidak terjadi overshoot. Sehingga celah retak yang terjadi tidak besar (Gambar 10).



Gambar 10. Hubungan Waktu Pengeringan dengan Celah Retak pada Tekanan Vakum 30 kPa dan Temperatur Bervariasi dengan Kedua Pemanas berada diatas dan dibawah .

Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian adalah sebagai berikut:

1. Posisi pemanas udara tidak merubah selang waktu efektif laju pengeringan vakum tetap pada 40 menit pertama, namun posisi kedua pemanas udara berada dibawah memberikan laju pengeringan rata-rata yang tertinggi dibanding kedua posisi pemanas lainnya..
2. Posisi pemanas udara menghasilkan perbedaan yang signifikan terhadap besarnya persentase penurunan kadar air, dimana posisi kedua pemanas udara berada dibawah menghasilkan perubahan kadar air terbesar, selanjutnya berturut-turut posisi pemanas udara berada diatas dan dibawah lalu posisi kedua pemanas udara berada diatas.
3. Posisi pemanas udara merubah kualitas pengeringan kayu, sebab tidak terjadi overshoot pada posisi pemanas udara diatas dan dibawah. Akibat keseimbangan panas yang cepat, celah retak pada temperatur 65^oC dan 80^oC lebih kecil dibanding celah retak pada posisi kedua pemanas udara dibawah dan kedua pemanas udara diatas.

Daftar Pustaka.

- [1] Budianto. Sistem Pengeringan Kayu. Jakarta: Kanisius. (1996).
- [2] Chandra Bhuana dan Sonong. Pengaruh Pengeringan Vakum Terhadap Perubahan Sifat Fisik Lapisan Kayu Teras dan Lapisan Kayu Gubal dari Kayu Kumea Batu. Prociding SNP2M PNUP. Makassar (2019).
- [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 7th 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.