

PENGUJIAN MODEL DENGAN MATERIAL KAYU PADA PENGGUNAAN DALAM DAN LUAR RUANGAN

Selly Veronica^{1*}, Ahmad F. A. H. Hasibuan¹, Evania F. Luke¹, Gweneth J. A. Thoha¹,
Muhammad R. Kurniawan¹, Rapli I. Alparizi¹

¹Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Presiden, Jl. Ki Hajar Dewantara, Kota Jababeka,
Cikarang Baru, Bekasi, Indonesia

* Email korespondensi: selly.veronica@president.ac.id

Received: May 2024; Accepted: June 2024; Published: July 2024

ABSTRAK

Kayu adalah bahan material alami yang mudah ditemukan dan bisa dimanfaatkan untuk bahan konstruksi bangunan. Banyaknya jenis kayu menyebabkan terjadinya kesalahan pada pemilihan kayu berdasarkan penggunaannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui reaksi dan perubahan yang terjadi pada kayu yang digunakan pada model. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang dilakukan pada model kayu melalui dua penempatan yaitu di dalam dan luar ruangan. Pengujian didalam ruangan dilakukan dengan meletakkan model pada ruangan tertutup dengan rata-rata suhu ruang 24-33°C selama 14 hari, sedangkan pengujian diluar ruangan dilakukan dengan cara menempatkan model di ruang terbuka selama 7 hari. Dari hasil analisa yang dilakukan, material kayu dapat digunakan di dalam dan luar ruangan. Namun terdapat beberapa faktor yang harus diperhatikan terkait jenis, sifat dan kualitas kayu. Beberapa jenis kayu membutuhkan perawatan khusus seperti memberikan pelapis pada kayu sehingga kayu bisa digunakan secara optimal diluar ruangan. Dari eksperimen tersebut ini dapat disimpulkan bahwa kayu memiliki beberapa tipe, dan kita harus mengetahui karakteristik kayu sesuai dengan penggunaannya.

Kata-kunci: kajian kayu; material bangunan; material kayu; model kayu

MODEL TESTING WITH WOOD MATERIALS IN INDOOR AND OUTDOOR USE

ABSTRACT

Wood is a natural material that is easy to find and can be used for building materials. A large number of types of wood causes errors in the selection of wood based on its use. This study aims to determine the reactions and changes in the wood used in the model. This study used an experimental method on wooden models through indoor and outdoor placements. Indoor testing was conducted by placing the model in a closed room with an average room temperature of 24-33°C for 14 days, while outdoor testing was conducted by placing the model in an open space for 7 days. From the results of the analysis carried out, wood materials can be used indoors and outdoors. However, several factors related to wood's type, nature, and quality must be considered. Some types of wood require special care, such as coating the wood to be used optimally outdoors. From these experiments, it can be concluded that wood has several types, and we must know the characteristics of wood according to its use.

Keywords: wood studies; building materials; wood material; wooden models

PENDAHULUAN

Material bangunan adalah bahan yang digunakan dalam proses konstruksi bangunan yang memberikan karakter tertentu baik secara tampilan fisik maupun sifat (Panennungi and Pertiwi, 2018). Pada konstruksi bangunan, material menjadi bahan inti yang digunakan sebagai proses untuk membangun struktur fisik, seperti struktur, kolom, dan sejenisnya (Putra, Damayanti and Dewi, 2018). Pemilihan material bangunan dalam suatu desain menjadi hal yang sangat penting mengingat 30% bangunan di dunia mengalami sick syndrome building yang membuat penghuni di dalamnya tidak sehat, ini disebabkan oleh material bangunan yang tidak tepat digunakan (Rilatupa, 2017). Seorang arsitek harus memiliki wawasan yang luas mengenai material bangunan, karena peran pentingnya dalam menetapkan material yang akan diaplikasikan dalam desain. Pemilihan material yang baik dan benar akan mempengaruhi kondisi penghuni dan lingkungan di sekitar bangunan.

Kayu merupakan salah satu material yang sering digunakan dalam bangunan. Hal ini dibuktikan dengan peningkatan kayu sebagai material bangunan ataupun pembuatan produk olahan lain (Saefudin, 2007; Fahriza *et al.*, 2021). Banyak faktor yang membuat kayu menjadi salah satu material yang digunakan, contohnya karena kayu terbuat dari bahan alami sehingga material ini mudah ditemukan. Selain itu, kayu juga memiliki banyak tipe sehingga memberikan variasi yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Kayu juga merupakan material yang dapat mengurangi emisi CO₂ sehingga menjadi material yang bersifat berkelanjutan (Himes and Busby, 2020). Terdapat berbagai pertimbangan dalam menentukan penggunaan material kayu dalam suatu konstruksi bangunan. Faktor estetika kayu menjadi salah satu pertimbangan utama dalam penentuan jenis kayu yang akan diaplikasikan. Kayu juga memiliki pola yang unik dari seratnya yang bisa menambah estetika dari suatu bangunan. Contohnya seperti kayu jati yang memiliki bentuk geometri bujur sangkar akan terlihat natural dan elegan jika diaplikasikan pada dinding. Selain itu ada juga kayu meranti yang dapat digunakan sebagai penyeimbang pada plafon dengan warna beragam dengan kesan natural dan alami (Novitasari, 2016). Selain faktor estetikanya pemilihan kayu memerlukan sistem dan perhitungan tertentu, guna untuk mempermudah penentuan kriteria kayu yang dibutuhkan (Ardiwijaya, Indriati and Muzaki, 2021). Kayu merupakan material seringkali disalah pahami dalam memilih jenis atau tipe sesuai dengan kebutuhannya. Masyarakat hanya mengandalkan indera mereka yaitu penglihatan dan penciuman. Faktanya diperlukan beberapa penelitian karena kayu memiliki pola yang sama. Kayu bangkirai, jati, serta mahoni memiliki visual yang mirip jika kita lihat melalui teksturnya (Rahayu, Antara Kesiman and Gunadi, 2021).

Indonesia merupakan negara tropis yang memiliki sumberdaya kayu yang melimpah. Kayu banyak digunakan sebagai proses konstruksi, industri kertas dan lainnya (Primadani, Larasati and Isdianto, 2019). Kayu merupakan material terbarukan (*renewable*) karena dapat ditanam kembali. Perkembangan kayu menjadi eksterior sudah banyak dijumpai di bangunan green building yang tersebar di Indonesia karena kayu memiliki nilai fungsi, estetika, kekuatan dan mudah digunakan (Fathia, Pribadi and Utami, 2021). Perkembangan arsitektur di era modern saat ini dapat mempertimbangkan kayu menjadi material yang bisa menggantikan beton/baja pada bangunan dengan menerapkan sistem CLT. Sehingga kayu bisa menjadi pondasi utama pada bangunan tinggi (Rilatupa, 2019). Kayu telah digunakan sebagai bahan konstruksi dan bahan struktural selama ribuan tahun, namun sayangnya kebanyakan kayu tidak cocok digunakan sebagai bahan struktural tingkat lanjut karena memiliki kekuatan yang tidak

memadai. Seiring perkembangan jaman terdapat cara untuk meningkatkan kekuatan dan kinerja mekanik kayu (Song *et al.*, 2018).

Penelitian atas material kayu telah banyak dilakukan sebelumnya namun masih berfokus pada pengelolaan sumber daya kayu dan pengaruhnya terhadap alam (Primadani, Larasati and Isdianto, 2019); daur ulang limbah kayu (Rilatupa, 2017); dan penggunaan kayu sebagai furniture (Wijoyo, Santosa and P, 2018). Namun belum ada penelitian yang membahas terkait dengan penggunaan kayu pada dalam dan luar ruangan melalui sudut pandang arsitektur. Penelitian ini akan mengkaji material kayu berdasarkan pengaplikasian yang dilakukan di dalam dan di luar ruangan melalui suatu model. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui reaksi, dan perubahan yang terjadi pada kayu yang digunakan pada model. Manfaat penelitian ini adalah untuk meningkatkan wawasan dan pemahaman dalam sudut pandang arsitektur tentang karakteristik, pengolahan, dan pengaplikasian material kayu pada pertimbangan desain.

METODE

Kayu merupakan bahan alami ramah lingkungan yang sering digunakan dalam konstruksi bangunan. Hal ini dibuktikan dengan adanya peningkatan pada pemanfaatan kayu sebagai material bangunan untuk membangun tempat berteduh ataupun produk lainnya (Fahriza *et al.*, 2021). Kayu memiliki jenis yang beragam sehingga berpengaruh dalam penerapannya pada dalam dan luar ruangan. Untuk mengetahui reaksi penggunaan kayu pada penggunaan dalam dan luar ruangan maka penelitian ini dilaksanakan dengan metoda eksperimen (Darmono *et al.*, 2020; Mukhlis, 2020). Peneliti melakukan pengujian pada 4 (empat) model berbentuk kubus yang berukuran 30x30x30cm dengan penempatan kayu pada lokasi dan jenis yang berbeda. Model berbentuk kubus akan lebih memudahkan proses pengamatan pada pengaruh suhu terhadap material yang digunakan (Temiz *et al.*, 2020). Adapun jenis kayu yang digunakan adalah kayu meranti merah, kayu sengon, kayu mahoni, dan kayu olahan berupa multiplek. Pemilihan jenis kayu didasari pada perbedaan karakter dari setiap kayu sehingga akan terlihat perbandingannya pada proses pengujian .

Pengumpulan data dilakukan dengan metoda observasi dan pemeriksaan atas sifat-sifat fisis pada material kayu. Sesuai dengan kedekatannya pada kegiatan produksi, penelitian eksperimen melalui tiga tahapan utama yaitu pemasukan, proses, dan pengeluaran (Widiastuti and Ikaputra, 2020). Adapun tahapan yang dilakukan pada eksperimen model dimulai dengan perakitan model, pengujian model, dan analisa model hasil pengujian dalam mendapatkan temuan penelitian. Proses pengujian melalui dua tahapan yaitu pengujian pada dalam dan luar ruangan untuk melihat ketahanan material terhadap suhu dan kelembaban udara pada iklim tropis (Saliim and Satwikasari, 2022). Eksperimen diawali dengan peletakan model pada ruangan tertutup dengan rata-rata suhu ruang 24-33°C selama 14 hari. Eksperimen dilanjutkan dengan menggunakan model yang sama melalui pengujian luar ruangan dilakukan dengan menempatkan model pada area terbuka tanpa atap. Kondisi luar ruangan yang terjadi saat masa pengujian adalah dengan rata-rata intensitas curah hujan 134 mm dan pengujian dilakukan selama 7 hari. Penentuan durasi peletakan model pada dalam dan luar ruang yang diterapkan pada eksperimen merujuk pada penelitian sebelumnya (Temiz *et al.*, 2020). Peneliti melakukan pencatatan dan dokumentasi atas perubahan yang terjadi pada model kayu di setiap tahap

pengujiannya. Metoda analisa dilakukan dengan mengkomparasi kondisi fisis model yang dikaji berdasarkan teori yang ada hingga menghasilkan temuan penelitian.

HASIL DAN DISKUSI

Kayu merupakan salah satu jenis material bangunan yang sangat tidak asing dikalangan masyarakat, kayu juga sudah lama digunakan oleh masyarakat sejak berabad-abad lalu. Bahan kayu ini juga diambil secara alami dari alam untuk digunakan berbagai keperluan manusia dalam pembuatan bagian ataupun kebutuhan lainnya seperti perabotan rumah (Song *et al.*, 2018). Secara luasnya, kayu mengacu pada ariga keras yang ada di dalam batang pohon. kayu juga bisa dihasilkan dari salah-satu pertumbuhan tumbuhan, dimana sel sel yang terdapat dalam batang pohon yang kemudian berubah menjadi sel-sel mati sehingga membentuk struktur batang ph yang kuat. Kemudian pohon yang sudah memiliki usia bertahun tahun atau sudah memenuhi kriteria layak dipakai yang kemudian nantinya bisa dipotong beberapa bagian kayu yang sesuai dengan kebutuhan.

Sifat utama yang dimiliki kayu yaitu terdapat pada kekerasan dan kekuatan. Serat kayu yang sangat kuat juga dapat memberikan kekuatan, kekokohan dan kestabilan struktur pada benda yang terbuat dari kayu yang memiliki serat tersebut. Selain itu, kayu juga memiliki bobot yang cukup ringan jika dibandingkan dengan bahan struktur lain. Kayu sangat mudah diolah, dan memiliki daya tahan terhadap tekanan, getaran, dan leturan (Ramdani, 2017). Kayu yang diterapkan dalam penelitian ini adalah kayu meranti merah, kayu sengon, kayu mahoni, dan kayu olahan berupa multiplek.

Meranti merah masuk ke dalam klasifikasi kategori kayu kelas II, kayu ini merupakan kayu yang tergolong kuat dan kokoh, Meranti merah umumnya banyak ditemukan di hutan hutan asia Tenggara dan tumbuh di radius ketinggian sekitar 0-800 mdpl. Meranti merah memiliki daya tahan akar yang baik sehingga akarnya tidak mudah membusuk dan terhindar dari serangan hama. Meranti merah memiliki warna merah yang cenderung gelap serta coklat keunguan dan memiliki resin putih di antara serabut dalam kayunya, kayu Meranti mudah kering dan memiliki tekstur yang keras. Umur kayu meranti merah ditandai dengan perubahan warnanya, semakin gelap warna pada kayu maka semakin tua umur pohon tersebut, semakin tua usia kayu maka akan semakin baik kualitas ketahan-nya (Somadona, Sribudiani and Elsa Valencia, 2020). Karena dikenal sebagai kayu anti rayap dan kayu yang memiliki daya tahan kuat, meranti merah menjadi populer di kalangan masyarakat, kayu ini biasanya banyak digunakan sebagai material konstruksi bangunan serta furniture rumah.

Kayu Sengon masuk kedalam klasifikasi kategori kayu kelas IV, umumnya pohon Sengon tumbuh lurus dan batangnya tidak berbanir, bagian gubal pada kayu memiliki warna putih sampai merah muda kecoklatan atau kuning cerah sampai merah kecoklatan dan bagian kayu terasnya berwarna kuning mengkilat sampai coklat-merah-gading. Kayu Sengon merupakan kayu yang tergolong ringan, Sengon memiliki tekstur kayu yang dikategorikan halus dan agak halus, memiliki texture serat yang lurus namun agak kasar jika di raba, seratnya tidak terlalu padat sehingga memiliki tingkat kekuatan dan ketahanan yang cukup rendah (Fikriya and Suprpto, 2020). Kayu Sengon biasanya sering digunakan sebagai bahan industri pub kertas dan dapat dijadikan sebagai multiplex, dan juga bisa digunakan sebagai furniture karena bobotnya yang ringan.



Gambar 1. Keadaan model sebelum di uji selama 14 hari di indoor.
(Sumber : Penulis, 2023)

Kayu Mahoni masuk kedalam klasifikasi kategori kayu kelas II, kayu mahoni memiliki pola serat yang indah dan pori-pori yang lurus dan halus, serta memiliki tekstur lunak yang menjadikan kayu ini mudah diolah, kayu mahoni memiliki warna coklat pucat-coklat kemerahan, semakin tua usia kayu maka akan semakin gelap warna yang dihasilkan (Slamet, Santoso and Qomaruddin, 2023). Kayu ini kerap dijadikan sebagai furnitur karena memiliki daya tahan penampang kayu yang sangat stabil dan memiliki tampilan yang sangat menarik.

Multiplek merupakan papan kayu yang terbuat dari lapisan kulit kayu yang di oleh dengan cara di rekatkan lalu di press menggunakan tekanan yang sangat tinggi dan kerap dibuat dengan ukuran-ukuran tertentu secara berseragam. Karena di press menggunakan kekuatan yang sangat tinggi multiplek memiliki tekstur yang rapat dan padat sehingga tahan terhadap air dan memiliki ketahanan yang tinggi terhadap penyusutan sehingga bentuknya tidak gampang berubah, multiplek juga memiliki sifat yang fleksibel dan mudah untuk dibentuk sehingga kayu ini banyak di gunakan sebagai bahan konstuksi bangunan seperti atap, tembok, dan lainnya (Harahap *et al.*, 2023).

Pengujian Dalam Ruangan

Penelitian ini menggunakan empat model dengan variasi kayu yang berbeda beda yaitu kayu sengon dan plywood pada model pertama, kayu mahoni pada model kedua, kayu triplek dan plywood pada model ketiga, dan kayu meranti pada model keempat. Keempat model ini diuji menggunakan proses penempatan model pada suhu ruang 21 sampai 24 derajat celsius selama dua minggu. Berikut adalah keadaan sebelum (gambar 1) dan sesudah indoor placement test (gambar 2).

Berdasarkan hasil indoor placement test selama dua minggu, permasalahan utama yang ditemukan pada keempat model tersebut adalah terdapat debu di sekitar permukaan kayu. Namun terdapat permasalahan lain pada model ketiga yang menggunakan kayu triplek. Setelah di diamkan selama dua minggu, permukaan dari triplek tersebut mengelupas yang dapat dilihat pada gambar 3.

Dari hasil penelitian selama dua minggu, maka kita dapat menarik kesimpulan bahwa banyak jenis kayu yang dapat bertahan di indoor. Namun ada juga kayu yang tidak dapat bertahan lama dan membutuhkan maintenance seperti triplek.



Gambar 2. Keadaan model setelah di uji selama 14 hari di indoor.
(Sumber : Penulis, 2023)



Gambar 3. Keadaan multiplek setelah di uji selama dua minggu di indoor.
(Sumber : Penulis, 2023)

Pengujian Luar Ruangan

Setelah melakukan pengujian di dalam ruangan, empat model ini kembali dilakukan pengujian di luar ruangan selama seminggu. Model diletakkan di lapangan terbuka dan dibiarkan terkena sinar matahari dan hujan secara langsung. Berikut adalah keadaan sebelum (gambar 4) dan setelah (gambar 5) pengujian diluar ruangan.



Gambar 4. Keadaan sebelum pengujian luar ruangan
(Sumber : Penulis, 2023)



Gambar 5. Keadaan setelah pengujian luar ruangan
(Sumber : Penulis, 2023)

Berdasarkan hasil pengujian di luar ruangan selama seminggu, permasalahan utama dari keempat model tersebut adalah permukaan model menjadi kotor karena faktor cuaca. Namun terdapat permasalahan lain yang terjadi pada model ketiga dan keempat. Pada model ketiga triplek yang digunakan sebagai atap mengalami perubahan pada warna, permukaan dan kualitas. Warna triplek pada model ini menjadi kecoklatan, permukaan triplek menjadi kasar dan mulai mengelupas, juga kualitas dari triplek ini menjadi berkurang. Pada model keempat warna kayu meranti merah mulai memutih dan berbintik-bintik karena berjamur dan tekstur kayunya lembab.

Dari hasil pengujian selama seminggu, dapat kita simpulkan bahwa kayu yang di digunakan pada keempat model bisa diaplikasikan di luar ruangan dan diperlukan lapisan yang sesuai dan cocok untuk kayu tersebut. Hanya saja penggunaan triplek pada luar ruangan tidak cocok dilakukan karena triplek memiliki perbedaan yang signifikan dengan kayu lainnya (Agustina Hayatunnufus, Naresworo Nugroho and Bahtiar, 2022).

KESIMPULAN

Kayu merupakan salah satu material yang dapat kita temukan dimana-mana dan banyak dipakai oleh masyarakat. Selain digunakan sebagai bahan material pada pembuatan rumah, material kayu ini juga bisa digunakan pada furniture rumah di era modern. Setiap kayu memiliki value dan nilai-nilai yang membuat kayu tersebut menjadi mahal dan sulit didapatkan karena ketersediaannya yang mulai menipis. Kayu juga memiliki beberapa macam pengelompokan berdasarkan kualitasnya yang diukur dari kekuatan dan kekokohan dari jenis kayu-kayu tersebut. Dalam pengelompokan kayu tersebut dapat kita ketahui bersama bahwa Kayu kelas 1 itu memiliki ketahanan dan kekokohan yang bagus, semakin rendah pengelompokan kayu maka semakin rendah kualitas kayu. Berdasarkan klasifikasinya Kayu dikelompokkan menurut kategori jenis dan karakteristiknya masing masing, kayu dapat diklasifikasikan sebagai kayu kelas I, kayu kelas II, sampai kelas V. Semakin Tinggi level kayu maka akan semakin tinggi kualitas kayu tersebut. kayu memiliki karakteristik yang berbeda beda maka dari itu untuk menentukan jenis kayu yang akan di gunakan kita perlu mengetahui karakteristik dari kayu tersebut.

Seperti yang sudah dibahas di atas bahwa kayu memiliki banyak jenis dan kriteria, tentunya kita memerlukan satu atau dua tipe kayu untuk pemakaian kita. Namun kita tidak dapat mengandalkan indera kita saja dalam memilih kayu untuk penggunaan di indoor tetapi kita perlu pengujian lebih lanjut seperti uji kekuatan, warna, umur dan kriteria lainnya untuk mendapatkan kayu mana yang dapat bertahan pada suhu ruang dan maintenance yang pas. Begitu juga dalam penggunaan di luar ruangan, kita perlu memperhatikan klasifikasi dan jenis kayu agar sesuai dengan penggunaannya. Kita harus bisa memilih jenis kayu apa yang ingin digunakan dan untuk apa kayu tersebut, agar kayu yang kita pilih sesuai dengan penggunaannya. Apabila salah dalam memilih jenis kayu untuk penggunaan di luar ruang maka akan menimbulkan efek yang tidak diinginkan nantinya.

DAFTAR PUSTAKA

Agustina Hayatunnufus, Naresworo Nugroho And Bahtiar, E.T. (2022) ‘Faktor Stabilitas Balok Kayu Pada Konfigurasi Pembebanan Terpusat’, *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 7(2), Pp. 129–146. Available At: <https://doi.org/10.29244/Jsil.7.2.129-146>.

- Ardiwijaya, I., Indriati, R. And Muzaki, M.N. (2021) ‘Sistem Rekomendasi Pemilihan Kayu Untuk Kerajinan Ukir Indoor Dan Outdoor’, *Jambura Journal Of Electrical And Electronics Engineering*, 3(2), Pp. 94–100. Available At: <https://doi.org/10.37905/Jjee.V3i2.10944>.
- Darmono, D. *Et Al.* (2020) ‘Analisis Penurunan Kualitas Mutu Kayu Pada Bangunan Cagar Budaya Dengan Metode Non Destructive Test (Studi Kasus Bangunan Cagar Budaya Masjid Gedhe Mataram Daerah Istimewa Yogyakarta)’, *Inersia: Lnformasi Dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil Dan Arsitektur*, 16(2), Pp. 191–199. Available At: <https://doi.org/10.21831/Inersia.V16i2.36905>.
- Fahriza, F.N. *Et Al.* (2021) ‘Persepsi Masyarakat Dalam Pemilihan Kayu Untuk Bangunan’, *Journal Of People, Forest And Environment*, 1(1), Pp. 29–33. Available At: <https://doi.org/10.23960/Jopfe.V1i1.4496>.
- Fathia, Z., Pribadi, I.G.O.S. And Utami, L. (2021) ‘Penerapan Arsitektur Hijau Pada Bangunan Apartemen Dengan Penggunaan Kayu Sebagai Double Skin Facade’, *Agora:Jurnal Penelitian Dan Karya Ilmiah Arsitektur Usakti*, 18(2), Pp. 92–98. Available At: <https://doi.org/10.25105/Agora.V18i02.7544>.
- Fikriya, D. And Suprpto (2020) ‘Pengaruh Variasi Ketebalan Lapis Kayu Balok Laminai Meranti-Sengon-Meranti Pada Penyusunan Dengan Komposisi Balanced Terhadap Tegangan Lentur’, *Rekayasa Teknik Sipil*, 8(2), Pp. 1–7.
- Harahap, S. *Et Al.* (2023) ‘Analisis Bahan Bangunan Dan Pelaksanaan Struktur Plat Lantai Iii Gedung Pasar Buah Medan’, *Innovative: Journal Of ...*, 3, Pp. 6227–6242. Available At: <http://j-innovative.org/index.php/Innovative/Article/View/2837%0ahttp://j-innovative.org/index.php/Innovative/article/download/2837/2020>.
- Himes, A. and Busby, G. (2020) ‘Wood buildings as a climate solution’, *Developments in the Built Environment*, 4(August), p. 100030. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2020.100030>.
- Mukhlis, A. (2020) ‘Studi Kuat Tarik Beton Dengan Menggunakan Agregat Kayu Kelas I’, *Jurnal Geuthèë: Penelitian Multidisiplin*, 3(3), p. 519. Available at: <https://doi.org/10.52626/jg.v3i3.98>.
- Novitasari, L. (2016) ‘Implementasi Material Kayu Pada Interior Café Latte Di Madiun’, *Intra*, 4(2), pp. 177–184.
- Panennungi, T. and Pertiwi, N. (2018) ‘Ilmu bahan Bangunan’, *Badan Penerbit UNM*, p. 178.
- Primadani, T.I.W., Larasati, D. and Isdianto, B. (2019) ‘Kajian Strategi Aplikasi Material Kayu Bekas Pada Elemen Desain Interior Restoran di Bandung’, *Jurnal Desain Interior*, 4(1), p. 49. Available at: <https://doi.org/10.12962/j12345678.v4i1.5180>.
- Putra, I.G.P.A.S., Damayanti, G.A.P.C. and Dewi, A.A.D.P. (2018) ‘Penanganan Waste Material Pada Proyek Konstruksi Gedung Bertingkat’, *Jurnal Spektran*, 6(2), pp. 176–185.
- Rahayu, N.M.Y.D., Antara Kesiman, M.W. and Gunadi, I.G.A. (2021) ‘Identifikasi Jenis Kayu Berdasarkan Fitur Tekstur Local Binary Pattern Menggunakan Metode Learning Vector Quantization’, *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI)*, 10(3), p. 157. Available at: <https://doi.org/10.23887/janapati.v10i3.40804>.
- Ramdani, G.S. (2017) ‘Seni Kinetik Material Kayu Karya Rudi Hendriatno’, pp. 1–195.
- Rilatupa, J. (2017) ‘Penggunaan Produk Bahan Berkayu Dalam Patologi Bangunan’, *Jurnal Arsitektur (SCALE)* [Preprint]. Available at: <http://repository.uki.ac.id/187/>.

- Rilatupa, J. (2019) 'Potensi Pemanfaatan Rekayasa Material Kayu Pada Bangunan Tinggi', *Jurnal Penelitian Teknik Dan Informatika*, 1(April), pp. 42–56.
- Saefudin, A. (2007) 'Pemanfaatan Kayu Sebagai Bahan Struktur Bangunan', *Menara: Jurnal Teknik Sipil*, 2(1), p. 14. Available at: <https://doi.org/10.21009/jmenara.v2i1.7873>.
- Saliim, A.M. and Satwikasari, A.F. (2022) 'Kajian Konsep Desain Arsitektur Tropis Modern Pada Bangunan Rusunawa Kota Madiun', *PURWARUPA Jurnal Arsitektur*, 6(2), p. 1. Available at: <https://doi.org/10.24853/purwarupa.6.2.1-6>.
- Slamet, S.-, Santoso, B.- and Qomaruddin, Q.- (2023) 'Karakterisasi Sifat Fisis, Mekanis Dan Redaman Akustik Kayu Lokal Sebagai Bahan Alat Musik', *Journal of Mechanical Design and Testing*, 5(2), pp. 101–107. Available at: <https://doi.org/10.22146/jmdt.74965>.
- Somadona, S., Sribudiani, E. and Elsa Valencia, D. (2020) 'Karakteristik Balok Laminasi Kayu Akasia (Acacia Mangium) Dan Meranti Merah (Shorea Leprosula) Berdasarkan Susunan Lamina Dan Berat Labur Perekat Styrofoam', *Wahana Forestra: Jurnal Kehutanan*, 15(2), pp. 53–64. Available at: <https://doi.org/10.31849/forestra.v15i2.5039>.
- Song, J. *et al.* (2018) 'Processing bulk natural wood into a high-performance structural material', *Nature*, 554(7691), pp. 224–228. Available at: <https://doi.org/10.1038/nature25476>.
- Temiz, A. *et al.* (2020) 'Phase change material impregnated wood for passive thermal management of timber buildings', *International Journal of Energy Research*, 44(13), pp. 10495–10505.
- Widiastuti, K. and Ikaputra, I. (2020) 'Model Pragmatisme Eksperimental Dalam Arsitektur', *Border*, 2(1), pp. 1–16. Available at: <https://doi.org/10.33005/border.v2i1.28>.
- Wijoyo, S.S., Santosa, A. and P, C.J. (2018) 'Perancangan Furnitur dengan Material Kayu Balsa', *Jurnal Intra*, 6(2), pp. 105–115.

This page was purposefully left blank.