

Pengaruh Pertimbangan Masyarakat dalam Pemilihan Sambungan pada Konstruksi Bangunan Bambu

Dian Suci Pratiwi^{*1}, Nursella Vilar Ivada², Dewi Larasati³

Sekolah Arsitektur, Perencanaan, dan Pengembangan Kebijakan, Institut Teknologi Bandung^{1, 2, 3}

E-Mail: ^{1*}dianpratiwi1602@gmail.com, ²nursellaela78@gmail.com, ³dewizr@ar.itb.ac.id

Submitted: 03-01-2024
Revised: 06-05-2024
Accepted: 23-07-2025
Available online: 04-12-2025

How To Cite: Pratiwi, D., Ivada, N. ., & Larasati, D. The Impact of Community Considerations on the Selection of Joints in Bamboo Construction. Nature: National Academic Journal of Architecture. 248-258. DOI: <https://doi.org/10.24252/nature.v12i2a7>

Abstrak Pemanfaatan bambu sebagai material konstruksi masih jarang digunakan, meskipun merupakan material alami yang banyak tumbuh di Indonesia. Hal ini karena persepsi masyarakat mengenai daya tahannya yang rendah dan dianggap sebagai material bangunan temporer. Di sisi lain, faktanya bambu merupakan salah satu material biomassa yang berkelanjutan, yang memiliki potensi untuk mengurangi dampak lingkungan yang diakibatkan oleh industri konstruksi. Namun, pengaplikasian material bambu di industri konstruksi, terutama pada bagian sambungannya, masih sulit untuk dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi preferensi masyarakat dalam memilih berbagai tipe jenis sambungan bambu. Metode penelitian menggunakan pendekatan kualitatif yang bersumber dari literatur dan pembagian kuesioner. Analisis data menggunakan analisis distribusi dan korespondensi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor internal seperti pertimbangan kemudahan aplikasi, kesesuaian kekuatan sambungan dengan kebutuhan konstruksi, visual, ketahanan dan harga material mempengaruhi pemilihan tipe jenis sambungan yang digunakan. Ditambah dengan faktor eksternal, yaitu pengaruh dari konsultan dan keahlian tukang, berperan penting dalam pengambilan keputusan. Sistem sambungan yang baik pada umumnya menekankan faktor kekuatan, keawetan dan harga sebagai dasar sistem sambungan. Namun, pada sistem sambungan bambu, faktor kemudahan aplikasi dan mendapat material serta visual juga perlu menjadi pertimbangan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih baik mengenai pemilihan sambungan bambu oleh masyarakat dan mendorong penggunaan bambu yang lebih luas di industri konstruksi yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Kata kunci: Bambu; Masyarakat; Pertimbangan; Sambungan

Abstract The utilization of bamboo as a construction material remains infrequent, despite its widespread availability in Indonesia as a natural resource. This reluctance can be attributed to prevailing perceptions of its low durability, deeming it suitable only for temporary structures. Contrary to such notions, bamboo stands as a sustainable biomass material, offering potential solutions to alleviate the environmental impact associated with conventional construction practices. Nevertheless, the incorporation of bamboo in the construction sector, particularly in joint applications, poses notable challenges. This research endeavors to discern the factors influencing individuals' preferences in selecting various types of bamboo connections. Research methods using a qualitative approach from literature and questionnaires. Data analysis involves distribution and correspondence analysis. The findings reveal that internal considerations, encompassing ease of application, connection strength alignment with construction requirements, aesthetics, durability, and material cost, significantly shape the choice of connection types. Furthermore, external factors, specifically the influence of consultants and the expertise of craftsmen, play a pivotal role in the decision-making process. An efficient jointing system typically prioritizes factors such as strength, durability and cost. However, in this context of bamboo jointing systems, additional considerations - such as ease of application, the availability of materials, and aesthetic quality should also be taken into account. This research aspires to enhance understanding regarding the criteria guiding the selection of bamboo connections among the populace, thereby fostering a broader integration of bamboo within the construction industry in a manner that is both sustainable and environmentally conscientious.

Keywords: Bamboo; Community; Consideration; Connection; Joint

PENDAHULUAN

Konstruksi bangunan berkontribusi besar pada pemanasan global (Nurdiah, 2016; Suriani dkk., 2017). Salah satu penyebab dari pemanasan global adalah besarnya emisi karbon yang dihasilkan oleh industri bangunan dalam berbagai tahap, baik secara langsung maupun tidak langsung (Huisin gh dkk., 2015; Müller dkk., 2013). Tahap pertama dalam kontribusi emisi karbon terjadi pada tahap konstruksi, kemudian dilanjutkan pada tahap penggunaan bangunan, dan akhirnya adalah pada tahap akhir hidup bangunan (Müller dkk., 2013). *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) menyebutkan bahwa untuk mengurangi temperatur global, maka perlu untuk melakukan pengurangan produksi gas karbon di berbagai tahap infrastruktur tanpa harus memperhitungkan seberapa besar jumlah pengurangannya. Untuk mengurangi produksi emisi karbon, salah satu hal yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan material bangunan yang memiliki karbon yang rendah (Park dkk., 2013).

Disisi lain industri bangunan masih banyak bergantung pada material dengan emisi karbon yang besar, seperti semen. Semen memiliki nilai emisi karbon yang besar karena proses produksi semen yang memerlukan pembakaran dengan bahan bakar fosil. Menurut Overal (2011), material bangunan yang menggunakan bahan bakar fosil pada proses produksi dan transportasi berkontribusi menambah emisi karbon di industri konstruksi. Oleh karena itu, solusi yang dapat diupayakan untuk mengurangi emisi karbon adalah dengan menggunakan material biomassa (Barcelo dkk., 2014).

Salah satu material biomassa yang dapat digunakan di industri konstruksi adalah bambu. Bambu merupakan material konstruksi yang banyak tumbuh di Indonesia dan sudah banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia sejak dulu (Noegraha dkk., 2017) Indonesia memiliki total 21.000 km² hutan bambu, lebih luas dibandingkan Malaysia, Vietnam, dan Jepang (Shah dkk., 2021). Artinya bambu mudah ditemukan di berbagai daerah di Indonesia, sehingga dapat mengurangi proses transportasinya.

Selain dapat mengurangi proses transportasi material, bambu juga memiliki proses produksi yang minimal karena merupakan material yang alami. Namun, kekurangan dari sifat alami bambu mengakibatkan adanya ketidakteraturan pada dimensi serta kekuatan pada setiap batang bambu (Van Der Lugt dkk., 2005). Ketidakteraturan pada dimensi dan kekuatan sebuah batang bambu menjadi alasan utama sulitnya pengaplikasian sambungan bambu. Padahal, sambungan merupakan bagian penting pada struktur karena menentukan kekuatan dan kekakuan struktur (Lan, 1999).

Perkembangan konstruksi bambu saat ini dapat dikelompokkan menjadi 3 jenis dengan menggunakan sambungan yang berbeda-beda tiap kelompok konstruksi. Tabel 1 menunjukkan klasifikasi konstruksi bambu bulat. Konstruksi bambu bulat dibagi menjadi 2 yaitu konstruksi konvensional dan konstruksi Substitutif. Konstruksi konvensional dibagi menjadi 2 kelompok lagi yaitu konstruksi tradisional dan dan konstruksi *engineered*.

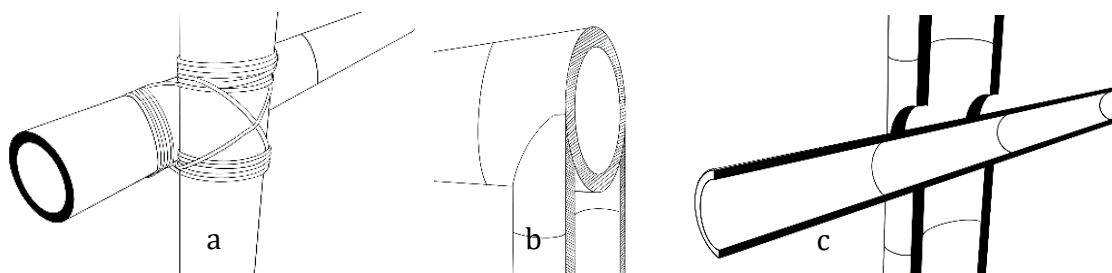
Table 1. Klasifikasi Konstruksi Bambu Bulat

Konstruksi Konvensional		Konstruksi Substitutif
Konstruksi Tradisional	Konstruksi <i>Engineered</i>	Konstruksi Substitutif
Sambungan ikat, pasak, dan lainnya	Sambungan mur, baut, paku, dan lainnya	<i>Advanced joint</i> : sistem sambungan nodal

Sumber: Diolah dari Widyowijatnoko, 2012

Pada konstruksi bambu tradisional, sistem struktur planar dengan rangka 2 dimensi banyak digunakan, sehingga bentuk bangunan pada konstruksi bambu tradisional lebih sederhana. Karena merupakan konstruksi bambu yang pertama kali diaplikasikan sejak dulu, sambungan-sambungan pada konstruksi bambu tradisional biasanya memanfaatkan perbedaan ukuran bambu untuk pembebanan struktur yang efisien dan menggunakan teknik sederhana yang telah diajarkan secara turun-temurun. Contoh sambungan-sambungan (Gambar 1 a, b, dan c) pada konstruksi ini adalah

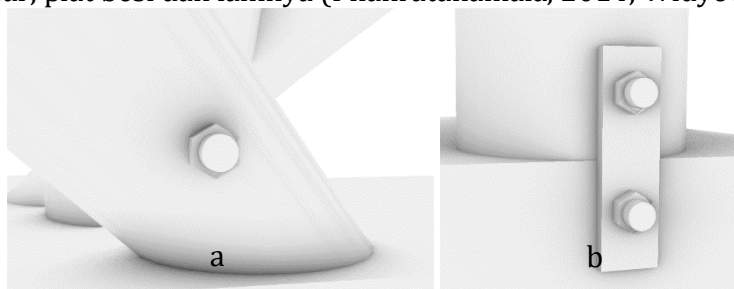
sambungan dengan teknik ikat dengan material alami, sambungan pasak, sambungan mulut ikan, sambungan *plug-in* dan sambungan *positive-fitting* (Phanratanamala, 2014; Widyowijatnoko, 2012).



Gambar 1. Berbagai jenis sambungan bambu tradisional; (a) sambungan ikat, (b) sambungan mulut ikan, dan (c) sambungan *positive fitting*.

Sumber: dokumentasi peneliti, 2023

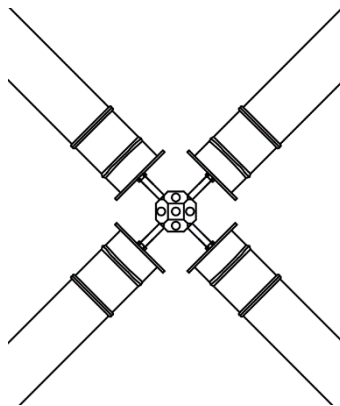
Konstruksi bambu tradisional kemudian berkembang menjadi konstruksi bambu *engineered*. Konstruksi bambu *engineered* menggunakan teknik yang hampir sama dengan konstruksi bambu tradisional, namun, dengan perhitungan, alat-alat dan material yang lebih modern. Dengan penggunaan alat dan material yang lebih modern seperti mesin bor dan baut, lebih dari dua batang bambu dapat disambungkan dengan baut panjang sehingga membentuk struktur rangka yang lebih kompleks dan kapasitas bentuk yang lebih besar dibandingkan konstruksi bambu tradisional. Gambar 2 (a dan b) merupakan contoh sambungan yang termasuk dalam konstruksi bambu *engineered* adalah berbagai macam baut, mur, plat besi dan lainnya (Phanratanamala, 2014; Widyowijatnoko, 2012).



Gambar 2. Berbagai jenis sambungan bambu *engineered*; (a) sambungan mur-baut dan (b) sambungan dengan plat besi.

Sumber: dokumentasi peneliti, 2023

Konstruksi substitutif adalah konstruksi yang menggantikan sistem struktur yang sudah dikembangkan pada material lain dengan material bambu. Konstruksi bambu substitutif saat ini banyak diterapkan pada sistem struktur space-frame atau space-truss. Sambungan yang banyak digunakan adalah sistem nodal seperti salah satu contohnya adalah sambungan mero seperti pada Gambar 3. Penggunaan sistem sambungan nodal pada konstruksi substitutif memungkinkan pembebanan struktur bambu terpusat pada nodal sehingga eksentrisitas sambungan bambu lebih kecil dari pada sambungan pada konstruksi bambu lainnya (Widyowijatnoko, 2012).



Gambar 3. *Sistem sambungan nodal dengan mero.*
Sumber: dokumentasi penelitian, 2023

Saat ini sudah banyak dikembangkan sambungan-sambungan bambu, supaya bambu dapat diaplikasikan pada struktur modern. Namun, sambungan-sambungan tersebut masih kompleks sehingga kurang terjangkau oleh masyarakat (Disén dan Clouston, 2013). Pada saat ini, fakta di lapangan menunjukkan bahwa konstruksi bambu hanya didominasi oleh satu jenis sambungan yang termasuk dalam konstruksi bambu konvensional yaitu sambungan pasak atau mur-baut yang dikombinasikan dengan tali. Hal ini menunjukkan bahwa adanya perbedaan antara perkembangan riset mengenai sambungan bambu dengan yang terjadi di lapangan. Perbedaan antara praktik dan teori tersebut, diakibatkan oleh kompleksitas sambungan bambu yang banyak dikembangkan saat ini. Namun, belum ada literatur yang mendeskripsikan secara spesifik makna dari kompleksitas yang melekat pada sambungan bambu yang banyak dikembangkan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor yang menjadi pertimbangan masyarakat dalam memilih sambungan bambu. Mempelajari alasan yang menjadi pertimbangan masyarakat dalam memilih atau tidak memilih sambungan tertentu yang kemudian dikaitkan dengan kompleksitas dari perkembangan baru dari sambungan yang ada saat ini. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan mengenai sambungan bambu sehingga bisa dijadikan untuk merumuskan strategi yang dapat dijadikan acuan dalam perkembangan sambungan bambu yang dapat lebih terjangkau oleh masyarakat kedepannya.

METODE

Metode penelitian menggunakan pendekatan kualitatif yang dibagi menjadi 2 tahap. Tahap pertama mengidentifikasi jenis sambungan bambu yang digunakan pada 45 bangunan bambu komersial di Indonesia. Tahap kedua, dengan melakukan identifikasi faktor pertimbangan pemilihan sambungan melalui sumber primer yaitu kuesioner berdasarkan tahap kualitatif pertama dan studi literatur.

A. Kualitatif tahap 1

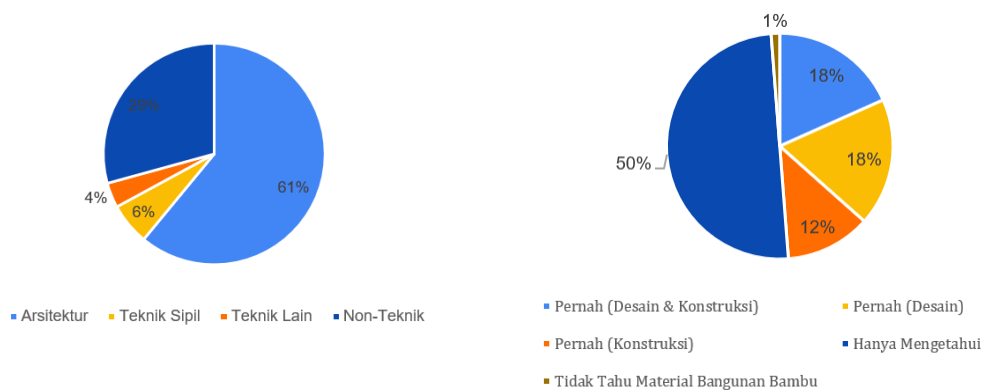
Pada tahap pertama, sumber data dikumpulkan dengan cara observasi visual gambar yang didapat dari portfolio studio dan kontraktor bambu di Indonesia. Kriteria data yang diobservasi adalah gambar dari bangunan bambu yang masuk dalam kategori bangunan bambu komersial dan gambar bangunan dengan visual sambungan yang jelas. Dari portofolio tersebut didapat 45 bangunan bambu komersial di Indonesia yang dapat dianalisis jenis sambungannya. Dari data jenis sambungan tersebut kemudian dikategorikan berdasarkan klasifikasi konstruksi bambu (*Tradisional, Engineered, Subtitutif*).

Setelah sambungan dikelompokkan berdasarkan informasi di atas, data tersebut kemudian dianalisis distribusi. Dari analisis tersebut dihasilkan informasi berupa kecenderungan sambungan

yang banyak digunakan pada bangunan bambu komersial di Indonesia. Hasil dari tahap 1 kemudian digunakan sebagai pembandingan dengan data yang akan dikumpulkan pada tahap kedua.

B. Kualitatif tahap 2

Pada tahap kedua, sumber data didapatkan dengan membagikan kuesioner. Kuesioner dibagikan secara acak (*random*) kepada Masyarakat umum. Dari penyebaran kuesioner tersebut, didapatkan 82 responden dengan latar belakang pendidikan seperti pada Gambar 4.a dan pernah melihat material bambu seperti pada Gambar 4.b. Responden memiliki pengalaman dengan bambu sebagai material konstruksi yang berbeda-beda. Pengalaman responden dari yang pernah menggunakan bambu pada tahap desain saja, tahap konstruksi saja, tahap desain dan juga konstruksi atau yang tidak memiliki pengalaman sama sekali.



Gambar 4. Grafik latar belakang responden; (a) bidang Pendidikan dan (b) pengalaman dengan material bambu.
Sumber: Kuesioner, 2023

Pertanyaan pada kuesioner berupa pertanyaan terbuka mengenai atribut responden, pengalamannya dengan bangunan bambu dan pengetahuannya mengenai sambungan bambu. Rincian pertanyaan dapat dilihat pada tabel 2. Hasil dari jawaban responden kemudian dianalisis, namun, tidak semuanya memiliki signifikansi yang tinggi.

Table 1. Pertanyaan Kuesioner

No	Kelompok pertanyaan	Pertanyaan
1	Attribute Responded	Nama Jenis Kelamin Usia Domisili Pendidikan terakhir Bidang pendidikan
2	Pengalaman mengenai bambu	Pengalaman dengan material bambu pada berbagai tahap Bangunan bambu yang pernah dilihat/digunakan Preferensi bentuk bangunan Jenis konstruksi bambu yang pernah dilihat/digunakan Jenis bambu yang sering dilihat/digunakan Alasan memilih material bambu
3	Pengetahuan mengenai sambungan	Sambungan bambu yang diketahui/pernah digunakan Pendapat mengenai kemudahan untuk mendapatkan material sambungan tersebut Pendapat mengenai kemudahan untuk menerapkan sambungan tersebut Alasan memilih sambungan tersebut Pendapat mengenai seberapa penting pemilihan sambungan pada bangunan bambu

Sumber: peneliti, 2023

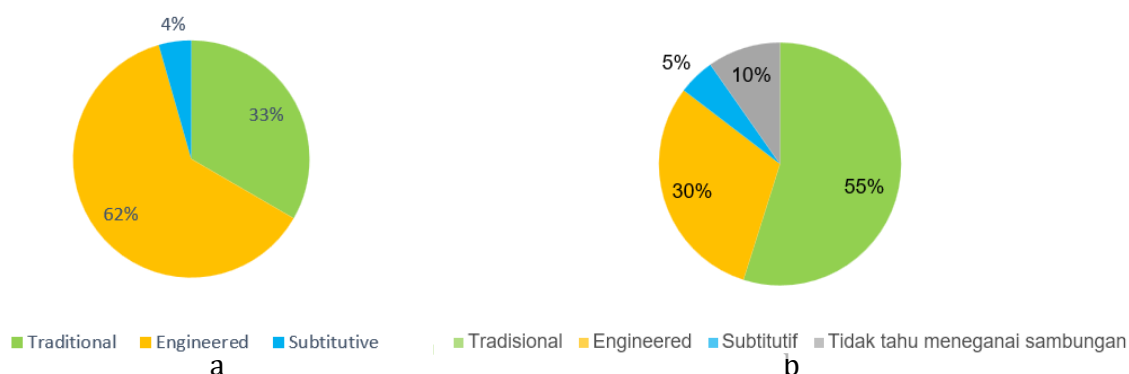
Metode analisis data kualitatif kedua yang digunakan adalah dengan analisis *open coding* dan analisis korespondensi. Dari data kuesioner yang didapatkan dilakukan *open coding* pada hasil variabel yang didapatkan untuk menentukan faktor pertimbangan masyarakat dalam memilih jenis sambungan bambu. Setelah itu, faktor pertimbangan yang ditemukan di hubungkan dengan variabel lainnya dengan menggunakan metode analisis korespondensi untuk menjelaskan lebih dalam mengenai latar belakang responden dalam mempertimbangkan pemilihan jenis sambungan bambu.

Analisis korespondensi dilakukan dengan menggunakan aplikasi JMP Pro 14. Data yang digunakan adalah yang memiliki signifikansi dengan nilai $\text{prob} > \text{ChiSq}$ kurang dari 0.1. Oleh karena itu beberapa hasil dari pertanyaan tidak digunakan untuk pembahasan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Preferensi dan Pengetahuan Jenis Sambungan Bambu

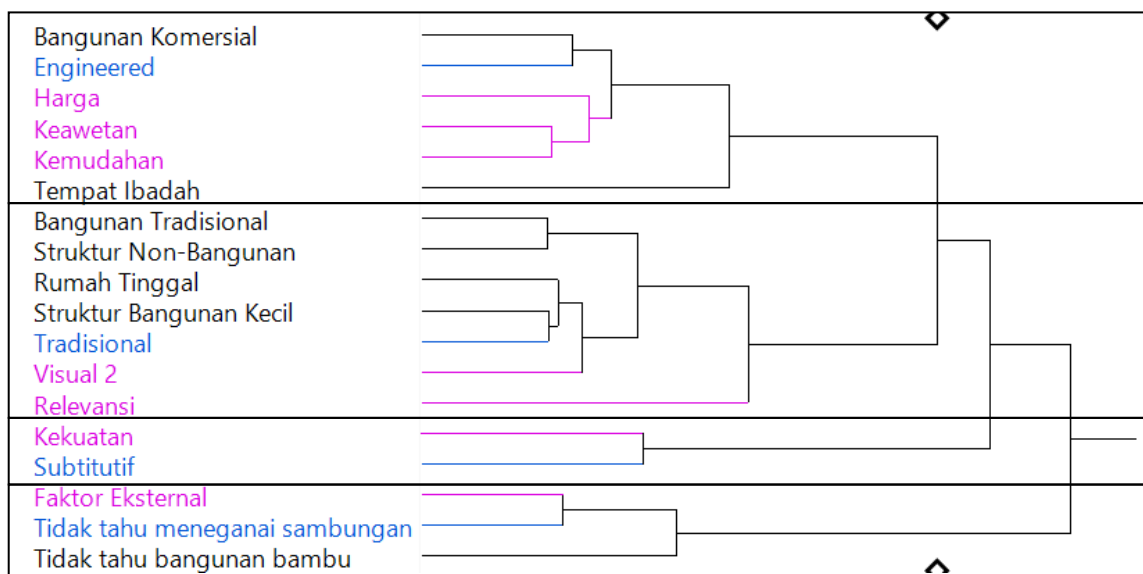
Gambar 5 (a dan b) menunjukkan perbandingan klasifikasi konstruksi bambu yang digunakan pada bangunan komersial dengan jenis sambungan bambu yang dikenal oleh masyarakat. Gambar 5a menunjukkan bahwa pada bangunan bambu komersial di Indonesia banyak menggunakan konstruksi bambu *engineered* dengan menggunakan sambungan mur-baut. Sebaliknya konstruksi bambu yang banyak diketahui dan digunakan oleh Masyarakat adalah konstruksi tradisional yang menggunakan sambungan dengan pasak dan tali.



Gambar 5. Grafik konstruksi bambu berdasarkan; (a) bangunan komersial di Indonesia dan (b) pengetahuan masyarakat.
Sumber: Data Kuesioner, 2023

Penggunaan sambungan dengan mur-baut memungkinkan untuk membuat sambungan yang lebih kompleks yang tidak dapat dibuat hanya dengan sambungan dengan ikatan dan pasak. Selain itu, sambungan mur-baut cepat untuk diaplikasikan dibandingkan dengan metode ikatan tali (Vahanvati, 2015). Oleh karena itu penggunaan sambungan dengan mur-baut lebih banyak digunakan untuk kebutuhan bangunan bambu komersial.

Banyaknya penggunaan sambungan mur-baut (konstruksi *engineered*) pada bangunan komersial juga dapat dijelaskan dengan dendrogram pada Gambar 6. Yang termasuk dalam bangunan komersial adalah sekolah, tempat makan, penginapan, tempat kerja, tempat pertunjukan, rumah tradisional di taman wisata, dan pendopo. Penggunaan sambungan mur-baut atau plat besi pada bangunan komersial didasarkan pada harga, keawetan dan kemudahan penggunaannya.



Keterangan:

Hitam : Jenis Bangunan bambu

Biru : Jenis Konstruksi bambu bulat

Magenta : Faktor alasan pemilihan konstruksi bambu

Gambar 6. Dendrogram antara bangunan bambu, konstruksi bambu dan faktor pertimbangan sambungan bambu (prob>ChiSq=0.0172).

Sumber: Data Kuesioner, 2023

Dendrogram menunjukkan faktor harga memiliki korespondensi lebih dekat konstruksi bambu *engineered* dari pada konstruksi tradisional. Padahal sambungan dengan material kayu atau ijuk pada konstruksi bambu tradisional lebih murah dibandingkan material besi atau metal yang digunakan pada konstruksi bambu *engineered*.

Menurut Phanratanamala (2014) sambungan pada konstruksi bambu tradisional mudah digunakan, dan murah karena tidak dibutuhkan keahlian khusus untuk mengaplikasikannya. Namun, sambungan tersebut dianggap kurang awet dan efisien. Kurang efisien dikarenakan kekuatan strukturnya yang tidak efisien, membutuhkan waktu yang lama dalam pengaplikasiannya serta kekuatan strukturnya sangat bergantung pada keahlian aplikatornya (Phanratanamala 2014; Hong dkk. 2019; Disén dan Clouston 2013).

Oleh karena itu, jika hanya dilihat dalam aspek harga saja, sambungan-sambungan pada konstruksi bambu *engineered* lebih mahal dibandingkan sambungan pada konstruksi bambu tradisional. Tetapi, penggunaan sambungan seperti mur dan baut lebih awet, cepat dan lebih kuat dibandingkan sambungan mulut ikan atau pasak. Artinya konstruksi bambu *engineered* lebih efisien harga dibandingkan konstruksi bambu tradisional.

Efisiensi harga konstruksi bambu *engineered* membuat sambungan pada konstruksi ini lebih banyak digunakan pada bangunan komersial dan tempat ibadah. Sedangkan konstruksi bambu tradisional lebih banyak digunakan oleh masyarakat karena aspek visual dan relevansinya. Yang dimaksud relevansi adalah menggunakan konstruksi yang umum digunakan atau yang sering dilihat oleh pengguna.

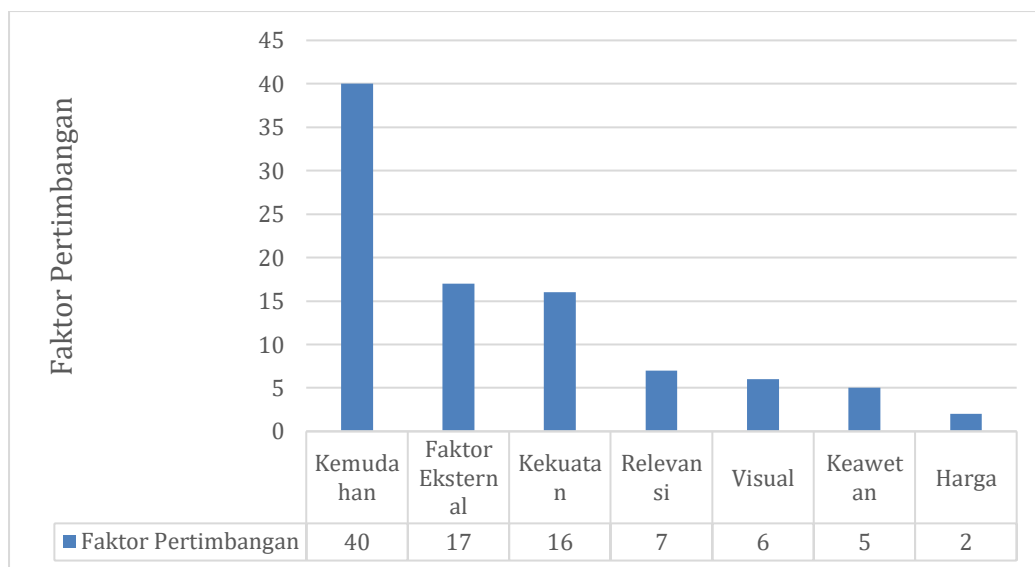
Sehingga masyarakat akan cenderung meniru konstruksi bambu bulat yang sering dilihat dan banyak digunakan. Hal ini menunjukkan bahwa konstruksi bambu yang digunakan oleh masyarakat akan berbanding lurus dengan kemajuan teknologi konstruksi bambu. Masih banyaknya penggunaan konstruksi bambu tradisional di masyarakat Indonesia menunjukkan masih kurang luas berkembangnya teknologi konstruksi bambu di kalangan masyarakat Indonesia.

Selain itu kesesuaian kebutuhan kekuatan konstruksi dengan kapasitas sambungannya juga termasuk dalam faktor relevansi. Pada gambar 6, dendrogram menunjukkan kedekatan hubungan

antara konstruksi tradisional dengan bangunan yang kebutuhan kekuatannya yang tidak terlalu kompleks, seperti rumah tinggal, bangunan tradisional dan struktur non-bangunan (gapura atau monumen). Artinya, konstruksi tradisional memiliki kekuatan yang sesuai dengan kebutuhan bangunan tersebut.

B. Faktor Pertimbangan Pemilihan Jenis Sambungan Bambu

Gambar 7 menunjukkan faktor-faktor yang menjadi pertimbangan masyarakat dalam memilih jenis sambungan bambu. Ada 7 faktor yang menjadi pertimbangan masyarakat. Faktor utama yang dijadikan pertimbangan masyarakat dalam memilih sambungan bambu adalah kemudahannya. Kemudahan mendapatkan material dan kemudahan pengaplikasian serta pertimbangan kemampuan pekerja dalam mengaplikasikan sambungan tersebut termasuk dalam faktor kemudahan. Menurut Disén dan Clouston (2013) menyebutkan bahwa perkembangan sambungan bambu saat ini masih kompleks sehingga tidak terjangkau oleh masyarakat. Sambungan-sambungan tersebut tidak terjangkau karena dianggap sulit untuk diaplikasikan oleh masyarakat. Oleh karena itu, sambungan yang banyak digunakan oleh Masyarakat saat ini adalah sambungan yang sudah sejak lama banyak digunakan seperti sambungan dengan pasak dengan tali atau mur-baut.



Gambar 7. Distribusi faktor pertimbangan Masyarakat dalam memilih sambungan bambu.
Sumber: Data Kuesioner, 2023

Munculnya isu pemanasan global membuat bambu sebagai material konstruksi mulai banyak digunakan lagi oleh para arsitek praktisi dan akademisi. Hal ini dapat dilihat dari mulai banyak bermunculan bangunan bambu komersial dengan berbagai eksplorasi bentuk serta struktur dan publikasi jurnal mengenai teknologi bambu (Fitrianto, 2015; Rahmah & Putrie, 2021; Widyowijatnoko, 2012) Di sisi lain, masyarakat masih kurang berminat dengan material bambu (Muliawan, 2014), sehingga masyarakat masih tertinggal mengenai pengetahuan tentang teknologi konstruksi bambu. Kurangnya pengetahuan masyarakat juga dapat dilihat pada Gambar 7 yang menunjukkan bahwa faktor eksternal merupakan faktor tertinggi kedua yang menjadi dasar masyarakat dalam memilih sambungan pada konstruksi bambu.

Berdasarkan hasil kuesioner dan analisis korespondensi, faktor eksternal merupakan kelompok dari responden yang kurang mengetahui tentang material bambu, sehingga kelompok masyarakat ini menyerahkan keputusan pemilihan jenis sambungan bambu ke pihak lainnya seperti tukang atau kontraktor. Sedangkan belum banyak tukang atau kontraktor yang memiliki kemampuan yang dibutuhkan untuk mendesain dan membangun dengan material bambu (Phanratanamala, 2014). Sehingga, jika tukang atau kontraktor dapat mengaplikasikan teknologi konstruksi bambu terbaru

yang lebih efisien, maka hal tersebut dapat membantu mengembangkan teknologi konstruksi bambu secara luas.

Faktor terbanyak ketiga adalah faktor kekuatan. Jika dilihat dari dendogram pada gambar 6, faktor kekuatan memiliki kedekatan dengan jenis konstruksi bambu substitutif. Namun, kenyataannya konstruksi bambu substitutif belum banyak digunakan karena sistemnya lebih kompleks. Selain itu, konstruksi bambu *engineered* dan tradisional masih dapat memenuhi kebutuhan struktur dari bangunan bambu yang banyak digunakan oleh Masyarakat. Meskipun konstruksi bambu *engineered* dan tradisional kurang efisien dalam menyalurkan beban, namun sambungan yang digunakan pada konstruksi tersebut mudah didapat dan diaplikasikan (Disén dan Clouston, 2013; Widyowijatnoko, 2012). Oleh karena itu, meskipun faktor kekuatan dapat mempengaruhi pemilihan sambungan oleh Masyarakat, kemudahan masih menjadi pertimbangan utamanya.

Faktor keempat dan kelima berdasarkan hasil kuisioner pada gambar 7 adalah faktor relevansi dan visual. Berdasarkan analisis korespondensi yang ditunjukkan pada dendogram pada gambar 6, kedua faktor ini memiliki kedekatan hubungan. Faktor relevansi adalah kelompok responden yang memilih sambungan bambu berdasarkan kebutuhan struktur yang dibutuhkan serta sambungan yang familiar dengan pribadinya. Faktor relevansi juga dikarenakan pertimbangan masyarakat mengenai kesesuaian konstruksi tradisional dengan kebutuhan. Hal ini dapat dijelaskan dengan korespondensi konstruksi bambu tradisional dengan faktor visual. Di beberapa bangunan komersial yang menggunakan konstruksi *engineered*, menggunakan *cover steel bar* untuk menutupi material mur-baut dengan material alami untuk mencapai visual seperti pada konstruksi bambu tradisional seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. Cover Steel Bar
Sumber: asalibali.com

Responden yang memilih faktor visual adalah responden yang memilih sambungan dikarenakan kesan visual sambungan yang ditimbulkan. Faktor visual dekat dengan faktor relevansi dikarenakan responden yang memilih faktor visual juga cenderung memilih sambungan bambu yang termasuk dalam konstruksi bambu tradisional. Menurut Rahmah dan Putrie (2021), spasialitas arsitektur bambu pada bangunan tradisional maupun kontemporer berkesan selaras dengan lingkungannya serta menghadirkan rasa kedekatan pengguna dengan alam. Oleh karena itu responden yang memilih sambungan bambu berdasarkan faktor visualnya, mengutamakan kesan visual yang ditimbulkan oleh sambungan pada konstruksi bambu tradisional yang menggunakan material alami untuk mencapai kesan selaras, alami dan tradisional.

Berdasarkan penjelasan mengenai ketujuh faktor di atas, dapat diambil beberapa faktor untuk dijadikan acuan dalam mengembangkan sambungan bambu kedepannya. Kemudahan dalam mendapatkan material dan membuat sambungan bambu merupakan faktor utama yang harus ditekankan dalam mengembangkan sambungan bambu. Selain mudah, sambungan juga harus mengedepankan faktor kekuatan, visual, keawetan, dan harga. Faktor kekuatan, keawetan dan harga selaras dengan yang disebut oleh Lan (1999) mengenai kebutuhan struktur. Menurut Lan, inti dari setiap sistem adalah sistem sambungannya. Sistem desain sambungan memiliki pengaruh besar terhadap kekuatan, kekakuan, ekonomi dan keselamatan sistem struktur, sehingga sebuah sistem harus dipilih berdasarkan kualitas, harga dan efisiensi pemasangannya.

KESIMPULAN

Ada perbedaan antara jenis sambungan yang banyak dikenal oleh masyarakat dan yang digunakan pada bangunan bambu komersial. Mayoritas masyarakat lebih akrab dengan konstruksi bambu tradisional, yang umum digunakan pada bangunan rumah tinggal, struktur bangunan kecil, serta struktur non-bangunan dikarenakan sambungan tali dan pasak secara visual dekat dengan tema alami dan tradisional. Sedangkan banyak bangunan bambu komersial yang lebih banyak menggunakan konstruksi bambu *engineered* dikarenakan efisiensi antara kemudahan, keawetan, dan harganya.

Terdapat 7 faktor yang menjadi pertimbangan masyarakat dalam memilih sambungan bambu. Berurutan dari faktor tertinggi sampai terendah yaitu faktor kemudahan, eksternal, kekuatan, relevansi, visual, keawetan dan harga. Faktor kekuatan, keawetan dan harga merupakan faktor yang biasa menjadi dasar untuk mendesain sistem sambungan secara general. Namun, untuk untuk membuat desain sistem sambungan bambu yang lebih bermasyarakat maka faktor kemudahan mendapat material dan pemasangan serta mempertahankan visual alami juga perlu menjadi dasar dalam mendesain sistem sambungan bambu.

Kurangnya pengetahuan masyarakat mengenai perkembangan teknologi konstruksi bambu dapat ditunjukkan dengan tingginya faktor eksternal. Faktor eksternal merupakan faktor kedua tertinggi yang menjadi dasar masyarakat dalam memilih sambungan bambu. Artinya, kemampuan dan pengetahuan yang dimiliki oleh tukang dan kontraktor memiliki pengaruh yang besar dalam masyarakat mengambil keputusan untuk memilih sambungan bambu.

Oleh karena itu direkomendasikan untuk melakukan penelitian yang lebih dalam dengan pendekatan metode yang berbeda agar setiap faktor dapat dijelaskan secara holistik. Pendekatan yang disarankan berupa metode kuantitatif atau dengan wawancara mendalam kepada masyarakat dan pihak eksternal seperti tukang atau kontraktor.

Dibutuhkan kolaborasi dari berbagai pihak dalam Pembangunan untuk membantu perkembangan sambungan bambu. Perlu diperbanyak penelitian mengenai sambungan bambu dan diharapkan faktor-faktor pada penelitian ini dapat berkontribusi dalam pengembangan desain sambungan bambu yang lebih bermasyarakat. Arsitek dapat mengimplementasikan penggunaan sambungan bambu yang lebih efisien pada desainnya. Untuk dapat menggunakan desain sambungan baru pada bangunan maka kontraktor atau arsitek dapat mengadakan pelatihan untuk tukang. Jika arsitek dan kontraktor lebih banyak menggunakan sambungan bambu yang lebih efisien maka Masyarakat juga dapat lebih familiar dengan perkembangan sambungan bambu.

DAFTAR REFERENSI

- Barcelo, Laurent, John Kline, Gunther Walenta, and Ellis Gartner. "Cement and carbon emissions." *Materials and structures* 47, no. 6 (2014): 1055-1065.
- Disén, Kira, and Peggi L. Clouston. "Building with bamboo: a review of Culm connection technology." *Journal of Green Building* 8, no. 4 (2013): 83-93.
- Fitrianto, A. (2015). Bamboo architecture for sustainable communities. In *Proceeding International Conference Parahyangan Bamboo Nation 2: Resilient building design and material for future* (pp. 1-8).
- Hong, Chaokun, Haitao Li, Rodolfo Lorenzo, Gang Wu, Ileana Corbi, Ottavia Corbi, Zhenhua Xiong, Dong Yang, and Huizhong Zhang. "Review on connections for original bamboo structures." *Journal of Renewable Materials* 7, no. 8 (2019): 713-730.
- Huisingsh, Donald, Zhihua Zhang, John C. Moore, Qi Qiao, and Qi Li. "Recent advances in carbon emissions reduction: policies, technologies, monitoring, assessment and modeling." *Journal of cleaner production* 103 (2015): 1-12.
- Lan, T.T. (1999). Space Frame Structures. (Ed.) *Structural Engineering Handbook*. Chen Wai-Fah Boca Raton: CRC Press LLC.

- Muliawan, Wayan. "Aplikasi teknologi bambu semen sebagai dinding di Desa Penglipuran Kabupaten Bangli." *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa* 3, no. 1 (2014): 18-31.
- Müller, Daniel B., Gang Liu, Amund N. Løvik, Roja Modaresi, Stefan Pauliuk, Franciska S. Steinhoff, and Helge Brattebø. "Carbon emissions of infrastructure development." *Environmental science & technology* 47, no. 20 (2013): 11739-11746.
- Noegraha, G. I., Damiati, S. A., & Fitranto, R. (2017). Penilaian Masyarakat terhadap Penggunaan Material Bambu pada Bangunan. *Prosiding Temu Ilmiah IPLBI*, 500, 065.
- Nurdiah, Esti Asih. "The potential of bamboo as building material in organic shaped buildings." *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 216 (2016): 30-38.
- Overal, J. J. (2011). Bamboo Pavilion: Construction and Lighting. *MSc Thesis*. Delft University of Technology.
- Park, Hyo Seon, Bongkeun Kwon, Yunah Shin, Yousok Kim, Taehoon Hong, and Se Woon Choi. "Cost and CO2 emission optimization of steel reinforced concrete columns in high-rise buildings." *Energies* 6, no. 11 (2013): 5609-5624.
- Phanratanamala, S. (2014). The Study of Design and Structural Potential of Bamboo Practical Joints and Frame Truss System. *Master thesis*. Kyushu University.
- Rahmah, Sukmayati, and Yulia Eka Putrie. "Spasialitas dan Temporalitas Arsitektur Bambu dalam Konteks Masyarakat Tradisional dan Kontemporer." *Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia* 10, no. 3 (2021): 146-155.
- Shah, Ku Nur Afrina Ku Azman, Mohd Zamri Mohd Yusop, Jafri Mohd Rohani, Nor Akmal Fadil, Norhuda Abdul Manaf, Budi Hartono, Nguyen Duc Tuyen, Tanemura Masaki, Abdul Samad Ahmad, and Ashaari Ramli. "Feasibility study on biomass bamboo renewable energy in Malaysia, Indonesia, Vietnam and Japan." *Chemical Engineering Transactions* 89 (2021): 127-132.
- Suriani, Efa. "Bambu sebagai alternatif penerapan material ekologis: potensi dan tantangannya." *EMARA Indonesian Journal of Architecture* 3, no. 1 (2017): 33-42.
- Vahanvati, M. (2015). *The Challenge of connecting bamboo*. In *de 10th World Bamboo Congress*, Damyang.
- Van der Lugt, P., A. A. J. F. Van den Dobbelsteen, and J. J. A. Janssen. "An environmental, economic and practical assessment of bamboo as a building material for supporting structures." *Construction and building materials* 20, no. 9 (2006): 648-656.
- Widyowijatnoko, Andry., (2012). Traditional and Innovative Joints in Bamboo Construction. *Doctoral Dissertation*. RWTH Aachen University.