

Analisis Permasalahan Bentuk Konstruksi Rangka Atap di Indonesia

Christophorus Koesmartadi¹, Mohhammad Kusyanto^{2*)}, B. Resti Nurhayati³

1. Program Studi Magister Arsitektur, Fakultas Arsitektur dan Desain, Katolik Soegijapranata
Jl. Pawiyatan Luhur Sel. IV No.1, Bendan Duwur, Kec. Gajahmungkur, Kota Semarang, Jawa Tengah
2. Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Fatah Demak
Jl. Sultan Fatah KM. 25, Rw. 8, Jogoloyo, Kec. Demak, Kabupaten Demak, Jawa Tengah
3. Program Studi Ilmu Hukum, Fakultas Hukum dan Komunikasi, Universitas Katolik Soegijapranata
Jl. Pawiyatan Luhur Sel. IV No.1, Bendan Duwur, Kec. Gajahmungkur, Kota Semarang, Jawa Tengah

Email: mkusyanto@gmail.com

*) *Corresponding Author*

INFORMASI ARTIKEL

Diterima 26-09-2023
Disetujui 16-04-2024
Tersedia *online* 01-08-2024

Kata kunci:

Konstruksi atap, rangka atap, penyangga, beragam.

ABSTRAK

Kepulauan Nusantara dikaruniai beragam arsitektur berupa rumah tradisional dengan berbagai macam bentuk atap. Bentuk-bentuk atap tersebut terdiri dari beragam bentuk konstruksi rangka penyangga atap. Permasalahan muncul saat Belanda memasuki Nusantara dengan membawa konsep konstruksi kuda-kuda. Konsep ini secara masif diterapkan di seluruh kepulauan Nusantara, bahkan menjadikan sistem pembelajaran konstruksi arsitektur di Indonesia menggunakan cara yang dikembangkan oleh Belanda, sehingga sulit untuk menjadi selaras dengan konstruksi di Nusantara. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pengumpulan data yang dilakukan melalui observasi, wawancara, dan studi dokumentasi. Analisis dilakukan dengan mengidentifikasi dan membandingkan penyangga konstruksi rangka atap rumah tradisional beserta lempengan atapnya dengan rumah berkonstruksi kuda-kuda dari Belanda untuk mendapatkan pengetahuan permasalahan dalam konstruksi atap keduanya. Temuan penelitian ini adalah bentuk atap dan konstruksi penyangga merupakan satu paket sebagai interaksi antara bentuk dan konstruksi penyangga. Bentuk yang beraneka ragam tersebut juga melahirkan bentuk konstruksi rangka penyangga atap yang beragam. Namun pengaruh konstruksi kuda-kuda Belanda membuat para ahli kini lebih condong menggunakan konsep kuda-kuda gantung penerapan Belanda daripada mengembangkan konstruksi rangka penyangga atap yang terbukti dapat terintegrasi dengan bentuk atap. Kini banyak terjadi penerapan konsep kuda-kuda gantung pada konstruksi rumah tradisional, yang dinilai kurang cocok.

Keywords:

Roof construction, roof trusses, supports, various.

ABSTRACT

Title: *Analysis of The Problems in the Form of Roof Truss Construction in Indonesia*

The Nusantara archipelago has various architectural forms, such as traditional houses with various roof shapes. These roof shapes consist of various forms of roof support frame construction. Problems arose when the Dutch came and brought the concept of truss construction. This concept was massively applied throughout the Nusantara archipelago, even making the architectural construction learning system in Indonesia use methods developed by the Dutch, making it hard to align with construction in the archipelago. This study uses a qualitative method with data collection through observation, interviews, and documentation studies. The analysis was carried out by identifying and comparing traditional houses' roof frame construction supports and their roof slabs with houses with horse-horse construction from the Netherlands to gain knowledge of the problems in the roof construction of both. The findings of this study are that the roof shape and support construction are one package as an interaction between the shape and support construction. These diverse forms also give birth to various roof support frame construction forms. However, the influence of the Dutch horse-horse construction has made experts more inclined to use the Dutch hanging horse concept rather than developing roof support frame construction that has been proven to be integrated with the roof shape. Nowadays, the hanging truss concept has many applications in the construction of traditional houses, which is considered less suitable.

Pendahuluan

Sejak jauh sebelum penjajahan, di kepulauan Indonesia sudah terdapat banyak rumah tradisional yang tersebar di seluruh pulau Negara Kesatuan Republik Indonesia. Ragam bentuk dengan jumlah yang sangat banyak tersebut mengindikasikan adanya banyak ragam bentuk atap. Atap bergantung pada luas ruang yang harus dinaungi, serta bentuk, konstruksi, dan lapisan penutup yang dipilih (Frick & Moediartianto, 2004).

Struktur penyangga dan lempengan atap yang kita jumpai di berbagai daerah merupakan satu kesatuan antara rangka penyangga dan atap yang disangganya. Dengan ditemukannya ratusan rumah tradisional yang berbeda, maka ditemukan hal yang sama yakni kesatuan bentuk konstruksi antara rangka penyangga dan atap yang disangganya. Dengan demikian maka di daerah satu dan lainnya akan menemukan hal yang sama, bahkan dengan bentuk yang sama pun bisa menemukan desain konstruksi penyangga yang berbeda.

Permasalahan yang muncul dari pembentukan struktur (khususnya atap) di seluruh Indonesia adalah terjadinya penyederhanaan konsep struktur penyangga dan lempengan atap. Pemikiran seragam yang digunakan sebagai pembelajaran struktur dan konstruksi nampaknya cenderung menjadi pijakan dalam penyusunan desain konstruksi arsitektur. Pemikiran secara sederhana yang masih dua dimensi menjadi acuan landasan desain yang masuk pada tataran desain arsitektur Nusantara yang hanya mengenal struktur tiga dimensi. Dengan pemahaman yang berbeda ini, maka dalam khasanah pembicaraan arsitektur Nusantara menjadi terkendala oleh perbedaan cara pandang terhadap desain penyangga atap

untuk arsitektur Nusantara yang berdimensi tiga, namun dilihat dengan cara pemikiran konstruksi kuda-kuda dari Belanda berdimensi dua yang cocok digunakan untuk atap pelana.

Khasanah rumah tradisional di seluruh Indonesia dengan keanekaragaman bangunannya, terutama pada rangka penyangga dan lempengan atap yang disangganya dengan bangunan konstruksi kuda-kuda dari Belanda yang berkembang juga di seluruh Indonesia menjadi menarik untuk diteliti. Penelitian ini akan dapat memberikan pengetahuan terkait atap sebagai naungan bangunan. Keragaman bentuk naungan atap dengan konstruksi atap menjadi pengetahuan penting yang dihasilkan dari penelitian ini. Pengetahuan penerapan konstruksi kuda-kuda dari Belanda yang selama ini digunakan masyarakat saat membangun rumahnya menjadi sangat penting untuk menjadi pengetahuan bagi masyarakat dalam keragaman konstruksi atap pada rumah tradisional Indonesia.

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif. Pendekatan penelitian dilakukan melalui pembacaan bentuk sistem struktur dan konstruksi bangunan, dengan elemen lempengan atap bangunan rumah tradisional dan rumah yang mengikuti konstruksi kuda-kuda Belanda. Penyangga merupakan elemen struktur dan konstruksi atap rumah tradisional yang menopang lempengan atap. Arsitektur tradisional yang digunakan sebagai data adalah arsitektur tradisional Rumoh Aceh, Nias, Toba, Jawa (*empyak*), dan Lombok.

Metode pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, dan studi dokumentasi. Observasi dilakukan dengan melakukan pengamatan pada

beberapa bangunan rumah tradisional sehingga didapatkan informasi terkait konstruksi atapnya. Beberapa data lainnya didapatkan dari studi literatur. Wawancara dilakukan pada saat pengamatan di lapangan kepada narasumber yang memahami rumah tradisional untuk melengkapi data dan upaya memperoleh data yang akurat serta sumber data yang tepat. Studi ini diperlukan untuk mempertajam analisis penelitian yang berkaitan dengan konstruksi atap.

Analisis penelitian dilakukan dengan mengidentifikasi konstruksi atap rumah tradisional pada penyangga dan lempengan atapnya. Setiap rumah tradisional memiliki sistem struktur dan konstruksi yang sebagian sama dan sebagian berbeda. Identifikasi konstruksi atap ini juga dilakukan pada bangunan yang memiliki konstruksi kuda-kuda dari Belanda. Hasil identifikasi kemudian dibandingkan untuk mendapatkan pengetahuan permasalahan dalam konstruksi atap keduanya.

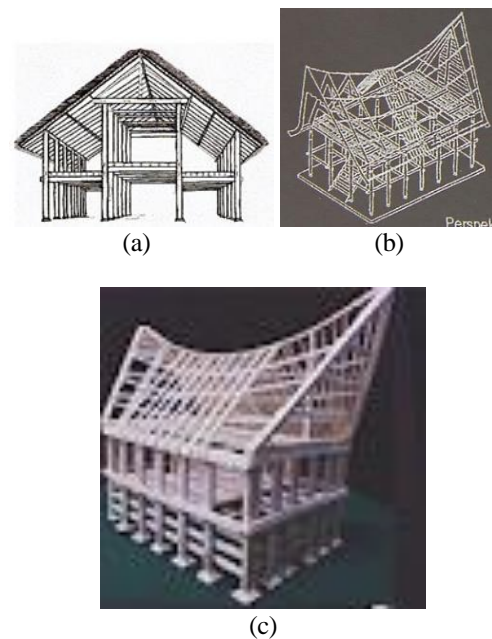
Hasil dan Pembahasan

Konstruksi Nusantara

Indonesia memiliki beberapa tipe bentuk rumah tradisional sebagai kekayaan negeri yang tidak ada duanya. Rumah tradisional tersebut memiliki jumlah dan jenis bentuk konstruksi yang sangat beragam, mengikuti ragam bentuk atapnya. Dengan beragamnya tipologi bentuk atap, maka konstruksi rangka penyangganya pun berbeda-beda bentuknya, sehingga langkah pembakuan tipologi akan jenis konstruksi yang beragam mengalami kendala sehingga hanya bisa ditentukan dari jumlah kasus.

Konstruksi bangunan Nusantara tidak mengenal adanya konstruksi kuda-kuda

gantung, melainkan integrasi antara bentuk atap dan konstruksi rangka penyangga atap. Rangka berbentuk rangka penyangga yang menyesuaikan dengan bentuk atap, rangka berbentuk satu kesatuan dengan penutup atap. Secara struktural, beberapa bangunan tersebut mengalami kesulitan jika konstruksinya disebut dengan kuda-kuda, karena hampir semuanya memiliki sistem keruangan tiga dimensi dalam satu kesatuan. Sedangkan lempengan atap memiliki sifat seperti atap *empyak* berbentuk lembaran/lempengan yang mengikuti bentuk bangunan. Bentuk lempengan dirakit di bawah, kemudian ditarik dan dipasangkan ke atas seperti yang terjadi pada atap *empyak*. Namun ada juga bentuk lempengan yang dirakit di atas atap karena lempengannya terlalu lebar dan berbentuk tiga dimensi (Gambar 1).



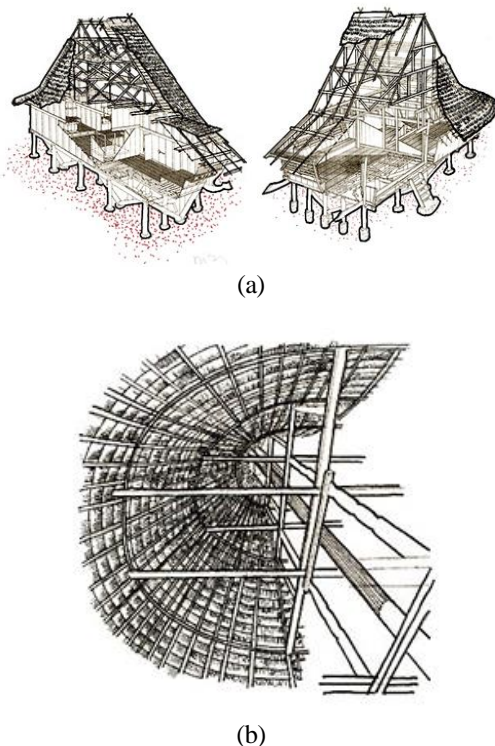
Gambar 1. Hubungan bentuk konstruksi antara rangka penyangga atap dengan lempengan atap dengan kasus Rumah Aceh, Batak Simalungun, dan Batak Toba

Sumber: (a) Arcadiadesain, 2023; (b) Ale, 2011; (c) Artanti, 2016

Konsep arsitektur Nusantara adalah naungan atau teduhan, oleh karena itu

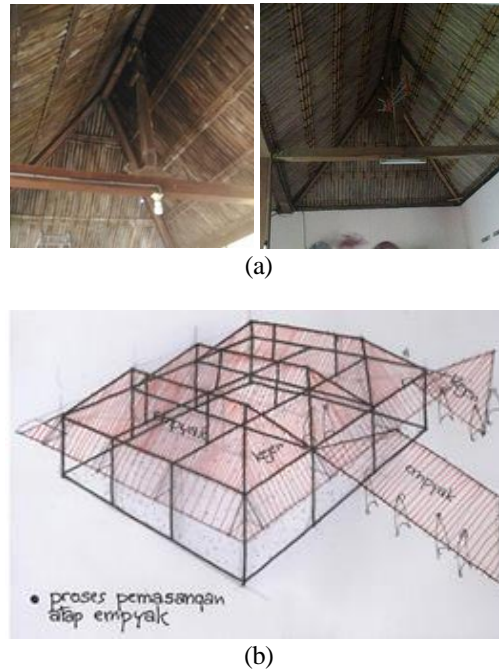
atap menjadi unsur utama dari arsitektur. Masing-masing arsitektur Nusantara memperlihatkan atap bangunannya, sehingga tidak ada atap datar yang membuat bangunan terlihat sebagai bangunan tanpa atap. Dalam hal geometri dasar dari atap arsitektur Nusantara, kita dapat menyebut prisma, limas/piramida, dan kerucut sebagai bangunan dasar atap arsitektur (Priyotomo, 2018).

Menurut Priyotomo (2018), letak *empyak*/*payon* pada ketinggian tertentu dari muka tanah menghasilkan volume ruangan bagi terselenggaranya kegiatan. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa yang membentuk volume ruangan bukanlah lantai, melainkan atap (Gambar 2).



Gambar 2. Rumah Nias Utara dan Selatan dengan bentuk rangka ruang sebagai penyangga atap dan tiang tunggal
Sumber: (a) Oase, 2018 dengan modifikasi penulis; (b) Hasil sketsa penulis, 2023

Perbedaan iklim arsitektur Eropa dengan Indonesia, menjadi salah satu alasan utama bahwa bangunan di kepulauan Nusantara memuatkan hadirnya atap dan menganjurkan adanya lantai *geladag* (Gambar 3).

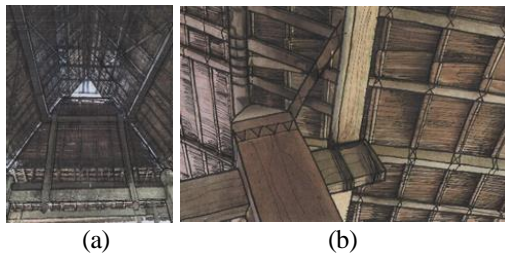


Gambar 3. Konstruksi atap *empyak* yang menghubungkan rangka konstruksi penyangga dengan lempengan atap *empyak*
Sumber : (a) dan (b) Dokumentasi penulis, 2023; (c) Analisis penulis, 2023

Menentukan konstruksi atap yang baik merupakan tugas yang rumit, karena mempertimbangkan banyak faktor antara lain bentuk, struktur konstruksi, serta bahan bangunan (Gambar 4 dan Gambar 5). Pembentukan atap memiliki konsekuensi bentuk luar dan dalam pada atap yang diciptakannya. Struktur dan konstruksi dibangun menggunakan sistem rangka batang atau plat dengan bahan bangunan yang dipilih sebagai konstruksi kuda-kuda atap dan pengaruhnya terhadap kemiringan atap (Frick & Mulyani, 2006).



Gambar 4. Bentuk rangka penyangga dan lempengan atap Lombok yang melengkung
 Sumber: Fitanisya, 2015



Gambar 5. Konstruksi rangka penyangga atap dan lempengan Rumah Sasadu, tiang rangka tidak hanya diletakkan pada tekukan atap melainkan juga di tengah lapangan usuk

Sumber: (a) Nanuru, 2019; (b) NET PROJECT, 2023 dengan modifikasi penulis

Konstruksi Belanda

Indonesia pernah dijajah oleh beberapa negara. Setiap penjajahan memberikan pengaruh terhadap arsitektur Nusantara. Pengaruh penjajahan Belanda menjadi semakin dominan karena selama ini belum banyak data tentang arsitektur Nusantara yang tertulis. Penjajahan Belanda memberikan pengaruh pada cara pandang terhadap arsitektur yang memang pada saat itu belum ada dengan mengajukan bangunan Belanda yang kemudian menjadi pengetahuan bagi bangunan Nusantara. Kondisi ini masih berlangsung hingga kini, karena ilmu tersebut menjadi acuan pada saat itu.

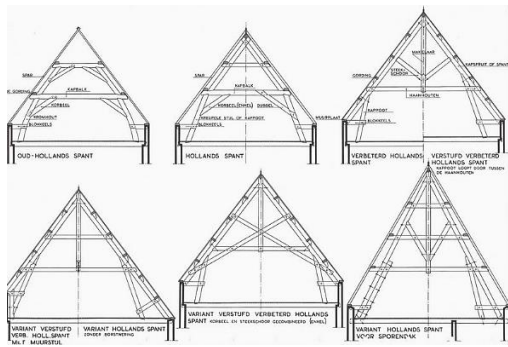
Pada masa kemerdekaan, pengaruh pengetahuan bangunan Belanda tetap berlangsung, karena belum adanya materi yang mengajarkan ilmu-ilmu dari dalam negeri terkait bangunan tradisional, sehingga belum mampu menjawab tantangan pengajaran materi tentang bangunan di Indonesia. Kekurangan pengajaran ini dijawab dengan pengetahuan dari buku-buku yang dibawa saat para pengajar belajar di mancanegara.

Ilmu-ilmu konstruksi yang disajikan saat ini masih menggunakan teori-teori dari Belanda. Sistem bentuk bangunan Belanda mengacu pada bentuk atap pelana sehingga konstruksinya mudah untuk didesain sebagai lantai loteng. Lantai ini dapat digunakan sebagai ruang tidur anak atau ruang keluarga (Gambar 6).



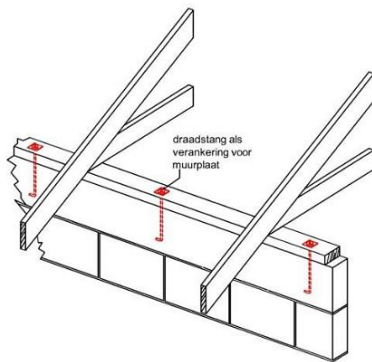
Gambar 6. Bentuk atap pelana
 Sumber: Dakwerken Pieter Logghe, 2023

Bentuk ruang lantai loteng berasal dari Belanda, di sana memang butuh ruangan yang hangat. Lain halnya di Indonesia, penerapan ruang lantai loteng ini memungkinkan karena menggunakan struktur kuda-kuda. Struktur ini memiliki berbagai ragam bentuk, tergantung bentang ruangnya (Gambar 7).



Gambar 7. Aneka ragam rangka kuda-kuda bangunan rumah Belanda
 Sumber: Purlin caps, n.d.

Sistem konstruksi tumpuan rangka kuda-kuda berfungsi sebagai batas luar bangunan, karena di Belanda dinding juga berfungsi sebagai penyangga beban, sehingga atap berakhir di dinding, berbeda jika diterapkan di Indonesia. Sistem pernaungan membutuhkan atap *sengkuap* (kanopi) guna menutupi dinding dari limpasan air hujan dan sengatan matahari (Gambar 8).



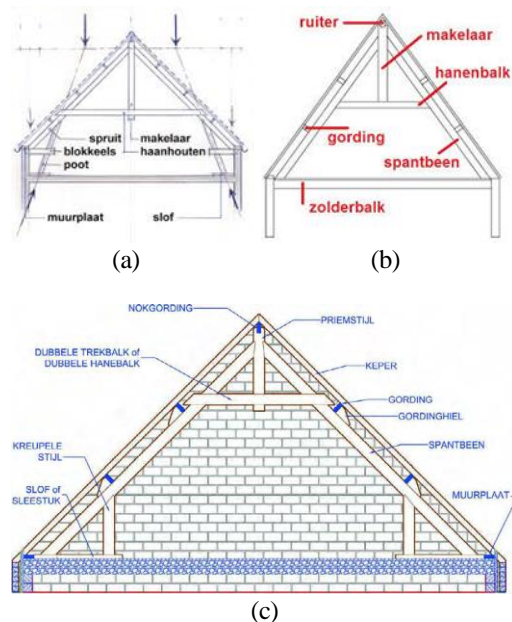
Gambar 8. Sistem tumpuan pada bangunan di Belanda
 Sumber: Riad, 2013

Teknik konstruksi Belanda akhirnya diajarkan di sekolah teknik di seluruh Indonesia. Sedangkan Indonesia disebut dengan negara kepulauan karena memiliki lebih dari 17.000 pulau. Kegiatan pengajaran teknik konstruksi Belanda ini mengabaikan bahwa Indonesia memiliki beribu ragam

bangunan yang dibuat sesuai dengan potensi alam dan budaya setempat.

Permasalahan Konstruksi Nusantara di Masa Depan

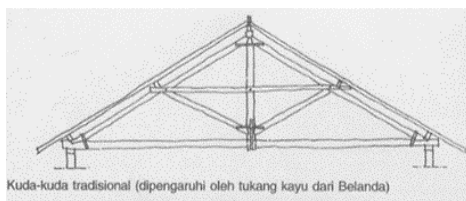
Permasalahan bertahannya konstruksi kuda-kuda Belanda hingga kini tidak lepas dari kurangnya pemahaman dan perhatian akan potensi lokal Indonesia yang kaya akan bentuk konstruksi bangunan. Seolah-olah bentuk konstruksi yang sudah dipelajari terdahulu menjadi sumber kebenaran. Istilah-istilah teknik rangka kuda-kuda yang digunakan saat ini berasal dari negara Belanda, seperti papan *ruiter*, *nok*, *makelar*, dan *gording*. Semua ini merupakan istilah teknik batang rangka kuda-kuda yang umum dijumpai di Indonesia, khususnya pada kurikulum nasional SMK dan perguruan tinggi (Gambar 9).



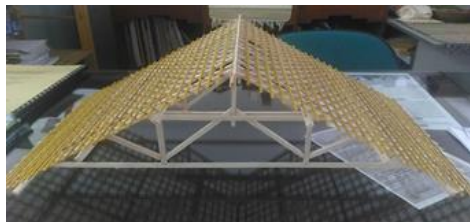
Gambar 9. Istilah konstruksi kuda-kuda yang saat ini digunakan
 Sumber: (a) Nenjieha, 2014; (b) <https://www.joostdevree.nl/shtmls/steekspant.shtml>, diakses Maret 2023; (c) Fvb-ffc Constructiv, 2014

Prinsip konstruksi bangunan tahan gempa memperbolehkan bangunan mengalami kerusakan, bahkan runtuh

ketika terjadi gempa, namun penghuni harus bisa diselamatkan (Idham, 2014). Rata-rata atap yang roboh adalah yang menggunakan prinsip rangka kuda-kuda kayu yang lazim digunakan di Belanda. Kuda-kuda tradisional yang dipengaruhi oleh tukang-tukang dari Belanda masih banyak digunakan dan menjadi acuan dalam kurikulum konstruksi arsitektur di Indonesia (Frick & Setiawan, 2001). Menurut Schodek (1999), dalam mendesain sebuah struktur bangunan, terutama di daerah rawan gempa, struktur rangka tidak efisien jika digunakan untuk beban lateral yang sangat besar, sehingga dianjurkan agar mengurangi lengan-lengan yang panjang, karena sebuah konstruksi dengan momen yang besar cenderung membuat ayunan besar (Gambar 10).



(a)



(b)

Gambar 10. Rangka kuda-kuda bangunan

Sumber: (a) Frick & Setiawan, 2001;

(b) Dokumentasi penulis, 2023

Rata-rata bangunan yang mengalami keruntuhan menggunakan konstruksi kuda-kuda gantung berbahan kayu. Kuda-kuda gantung dimaksudkan memberi kebebasan bentang di bawah kuda-kuda. Konstruksi kuda-kuda diketahui berasal dari pengaruh tukang kayu tradisional di Belanda (Frick & Setiawan, 2001). Konstruksi ini

biasanya menggunakan bagian ruang bawah atap sebagai lantai loteng. Indikasi tersebut terlihat dengan adanya *gording-gording* yang dipasang supaya jarak antar kuda-kuda menjadi lebih panjang sehingga dapat digunakan sebagai ruangan.

Kebanyakan teknik konstruksi di Indonesia menggunakan model konstruksi Belanda yang disesuaikan pada beberapa titik konstruksi, namun masih terpengaruh konstruksi mancanegara. Hal ini disebabkan oleh pengajaran konstruksi arsitektur hingga kini masih menggunakan buku-buku yang berisikan teknik konstruksi Belanda, padahal kondisi geografis di Belanda dengan di Indonesia sangat berbeda. Belanda merupakan daerah yang memiliki empat musim, sementara Indonesia memiliki dua musim.

Ruang kuda-kuda di Belanda berfungsi sebagai lantai kamar loteng karena kondisi cuaca di sana. Sedangkan penerapan ruang kuda-kuda di Indonesia tidak dapat dipergunakan secara utuh. Kebanyakan kasus ruang di bawah atap tidak dapat digunakan sebagai lantai loteng karena iklim di Indonesia tidak memungkinkan. Ruang tersebut cenderung panas dan tidak nyaman ditempati. Ruang di bawah atap bangunan Nusantara banyak digunakan sebagai tempat penyimpanan alat-alat atau tempat penyimpanan hasil bumi khususnya pada bangunan dapur.

Kasus Konstruksi Kuda-Kuda pada Pasar Balige Sumatra Utara

Kasus penggunaan konstruksi rangka kuda-kuda pada Pasar Balige Sumatra Utara merupakan bentuk usaha kebaruan konstruksi bangunan rumah tradisional Karo, sehingga menjadi sosok arsitektur dengan kebaruan konstruksi. Namun sistem konstruksinya menggunakan sistem konstruksi kuda-kuda yang

sebenarnya kurang tepat dirancang untuk menahan beban atap yang berbentuk mirip tapal kuda dengan lengkungan *bukulan*. Sistem konstruksi balok/kabel *bukulan* sebagai balok tarik yang ditumpu pada kedua *si bong-bong ari*. Arah gaya penyangga atap sejajar dengan *bukulan* dan lengkungan akibat beban atap pada *bukulan* dikategorikan sebagai balok tarik. Oleh karena atap Pasar Balige dikonstruksikan dengan sistem kuda-kuda, sehingga *bukulan* berfungsi seperti *nok*. Dengan demikian, *bukulan* akan menjadi melengkung bukan karena beban melainkan karena beberapa segmen sudah ditumpu ke rangka kuda-kuda (Gambar 11).



Gambar 11. Perlakuan pembentukan struktur bangunan dua dimensi pada sistem struktur yang didesain untuk tiga dimensi
Sumber: Dokumentasi penulis, 2023

Kesimpulan

Struktur arsitektur Nusantara yang tumbuh dan mendasarkan diri pada situasi dan kondisi geografis setempat memiliki kesesuaian dengan kesetempatan yang menjadi faktor utama pembentuk konstruksi bangunan. Struktur rumah Nusantara secara khusus

memiliki beberapa pendekatan paling menonjol pada aspek iklim dengan sentuhan budaya dan ilmu ketukangan.

Secara umum, hubungan sistem rangka konstruksi dan lempengan atap sangat beragam. Hal ini terjadi pada banyak ragam bangunan, sehingga tipologi konstruksi rangka dan lempengan atap sangat banyak dan sulit dikategorikan. Namun, dengan menggunakan kasus-kasus proyek menjadi dapat dikategorikan. Struktur rangka penyangga terbentuk secara tiga dimensi.

Pembelajaran sistem struktur dan konstruksi masa pasca kemerdekaan masih menggunakan metode lama, yakni metode konstruksi yang berasal dari Belanda. Kesulitan pengadaan materi konstruksi lokal menyebabkan konstruksi Belanda tetap digunakan oleh masyarakat. Kondisi ini tetap berlangsung hingga kini, meskipun penggunaan rangka kuda-kuda sebenarnya hanya dapat digunakan pada atap berbentuk empat persegi panjang.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Fatah Demak; Program Studi Arsitektur, Fakultas Arsitektur dan Desain, Universitas Katolik Soegijapranata Semarang; dan Program Studi Ilmu Hukum, Fakultas Hukum dan Komunikasi, Universitas Katolik Soegijapranata Semarang yang telah memberikan dukungan untuk menyelesaikan penelitian ini.

Daftar Pustaka

Ale. (2011, August 3). *Makna Filosofis Arsitektur Rumah Adat Batak*.

- <https://Alexnova-Alex.Blogspot.Com/2011/08/Makna-Filosofis-Arsitektur-Batak.Html>. <https://alexnova-alex.blogspot.com/2011/08/makna-filosofis-arsitektur-batak.html>
- Arcadiadesain. (2023). *Denah Rumah Adat Aceh*. <https://arcadiadesain.com/denah-rumah-adat-aceh/keren-denah-rumah-adat-aceh-94-inspirasi-interior-rumah-untuk-denah-rumah-adat-aceh/>
- Artanti, R. T. (2016, November 3). *Analisa Rumah Adat Sumatera Utara*. <http://Radentirta18.Blogspot.Com/2016/11/Analisa-Rumah-Adat-Sumatera-Utara.Html>. <http://radentirta18.blogspot.com/2016/11/analisa-rumah-adat-sumatera-utara.html>
- Dakwerken Pieter Logghe. (2023). *Roofing Pitched Roofs*. <https://Dakwerkenlogghe.Be/Hellende-Daken>.
- Fitanisya. (2015, March 28). *Sejarah dan Kesenian Suku Sasak Lombok*. <https://Fitanisya.Wordpress.Com/2015/03/28/Sejarah-Dan-Kesenian-Suku-Sasak-Lombok/>. <https://fitanisya.wordpress.com/2015/03/28/sejarah-dan-kesenian-suku-sasak-lombok/>
- Frick, H., & Moediantianto. (2004). *Ilmu konstruksi bangunan kayu: pengantar konstruksi kayu*. Kanisius.
- Frick, H., & Mulyani, T. H. (2006). *Pedoman bangunan tahan gempa*. Kanisius.
- Frick, H., & Setiawan, P. L. (2001). *Ilmu konstruksi struktur bangunan: cara membangun kerangka gedung ilmu konstruksi bangunan I*. Kanisius.
- Fvb-ffc Constructiv. (2014). *Fonds voor Vakopleiding in de Bouwnijverheid i.s.m. OpleidingsCentrum Hout. Hout 6.1. Dakspanten*. Fonds voor Vakopleiding in de Bouwnijverheid, Brussel.
- Idham, N. C. (2014). *Prinsip-Prinsip Desain Arsitektur Tahan Gempa, Lengkap Dengan Bahasan Gempa Bumi Dan Metode Praktis Evaluasi Kerentanan Terhadap Gempa*. Andi Publisher.
- Nanuru, R. F. (2019). *Orom Sasadu: Hakikat dan Maknanya Bagi Masyarakat Suku Sahu Di Halmahera Barat, Maluku Utara. Orom Sasadu: Hakikat Dan Maknanya Bagi Masyarakat Suku Sahu Di Halmahera Barat, Maluku Utara*, 29(1).
- Nenjieha. (2014, January 9). *Hollands-spant*. <https://Upload.Wikimedia.Org/Wikipedia/Commons/1/1f/Hollands-Spant.Jpg>. <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1f/Hollands-spant.jpg>
- NET PROJECT. (2023, March 1). *Rumah Adat Sasadu dari Halmahera Barat*. <https://Www.Arsitur.Com/2017/08/Sasadu-Rumah-Adat-Halmahera-Barat.Html>. <https://www.arsitur.com/2017/08/sasadu-rumah-adat-halmahera-barat.html>
- Oase. (2018, May 30). *Arsitektur Nias*. <https://Budaya-Indonesia.Org/Arsitektur-Nias>. <https://budaya-indonesia.org/Arsitektur-Nias>
- Prijotomo, J. (2018). *Omo uma ume omah*. Wastu Lanas Grafika.
- Purlin caps. (n.d.). *Verbeterde hollandse kapsant*. <https://Berkela.Home.Xs4all.Nl/Daken/Daken%20dakspanten.Html>. Retrieved March 31, 2024,

from

https://berkela.home.xs4all.nl/daken/daken%20dakspanten.html#tn_2011extra26

Riad, D. M. en N. (2013). Aanpassing van de dakconstructie van gebouwen in Suriname, nu en bij klimaatverandering. *Academic Journal of Suriname*, 2013(4), 408–419.

https://www.researchgate.net/publication/273122872_Aanpassing_van_de_dakconstructie_van_gebouwen_in_Suriname_nu_en_bij_klimaatverandering

Schodek, D. L. (1999). *Struktur*. Erlangga.