ISSN 2809 –641X

TINJAUAN SAMBUNGAN RUMAH TRADISIONAL ACEH DENGAN TEKNIK KIGUMI UNTUK REKONSTRUKSI PASCABENCANA ACEH

Nurhayati[1], Sheila Aisyah Ariani[2], Naurah Nur Afifah[3], Karenina Sandra[4], Dr. Ami Arfianti, S. T., M. T., CiQaR[5]

[1]Arsitektur, Fak Arsitektur dan Desain, UPN "Veteran" Jawa Timur, Jl. Rungkut Madya, Gn. Anyar, Surabaya
[2]Arsitektur, Fak Arsitektur dan Desain, UPN "Veteran" Jawa Timur, Jl. Rungkut Madya, Gn. Anyar, Surabaya
[3]Arsitektur, Fak Arsitektur dan Desain, UPN "Veteran" Jawa Timur, Jl. Rungkut Madya, Gn. Anyar, Surabaya
[4]Arsitektur, Fak Arsitektur dan Desain, UPN "Veteran" Jawa Timur, Jl. Rungkut Madya, Gn. Anyar, Surabaya
[5]Arsitektur, Fak Arsitektur dan Desain, UPN "Veteran" Jawa Timur, Jl. Rungkut Madya, Gn. Anyar, Surabaya
* E-mail korespondensi: 24051010003@student.upnjatim.ac.id, 24051010084@student.upnjatim.ac.id, 24051010096@student.upnjatim.ac.id, 24051010104@student.upnjatim.ac.id, amiarfianti.ar@upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Aceh merupakan wilayah dengan tingkat risiko seismik tinggi yang menuntut strategi rekonstruksi bangunan tangguh. Rumah Tradisional Aceh dan teknik Kigumi Jepang memiliki kesamaan dalam penggunaan sambungan kayu fleksibel yang mampu meredam gaya gempa, namun berbeda pada sistem penguncian dan tingkat presisi konstruksi. Perbandingan kedua sistem ini menjadi penting sebagai strategi Build Back Better dalam menciptakan rekonstruksi bangunan melalui sistem prefabrikasi yang mempercepat pemulihan wilayah serta mendukung kemandirian material dan kearifan lokal. Penelitian ini bertujuan membandingkan sistem sambungan kayu pada Rumah Tradisional Aceh dan teknik Kigumi Jepang, serta merumuskan penerapan kedua sistem dalam elemen struktur bangunan sebagai strategi rekonstruksi pascabencana yang berkelanjutan. Metode yang digunakan adalah studi literatur dengan pendekatan komparatif melalui sintesis karakteristik sambungan Rumah Tradisional Aceh dan prinsip mekanika Kigumi Jepang, dengan fokus pada fleksibilitas sambungan, ketahanan seismik, dan efisiensi konstruksi tanpa material logam, serta membandingkan kedua sistem untuk merumuskan rekomendasi penerapan pada elemen struktur bangunan yang sesuai dalam rekonstruksi pascabencana. Hasil analisis menunjukkan bahwa sistem Rumah Tradisional Aceh lebih sesuai pada sistem struktur utama bangunan vernakular yang mengandalkan perilaku semi-fleksibel rangka secara keseluruhan, sedangkan Kigumi Jepang lebih efektif untuk sistem modular dan komponen berpresisi tinggi dalam konstruksi prefabrikasi. Kesimpulannya, integrasi kedua sistem menghasilkan model rekonstruksi kayu hibrida yang menggabungkan fleksibilitas Rumah Tradisional Aceh dengan presisi Kigumi Jepang untuk mempercepat pembangunan pascabencana sekaligus meningkatkan ketahanan seismik bangunan.

Kata-kunci: Sambungan kayu Aceh, Kigumi Jepang, Ketahanan gempa, Prefabrikasi kayu, Rekonstruksi pascabencana.

REVIEW OF ACEH TRADITIONAL HOUSE JOINTS WITH KIGUMI TECHNIQUE FOR POST-DISASTER RECONSTRUCTION IN ACEH

ABSTRACT

Aceh is a region with a high level of seismic risk that requires resilient building reconstruction strategies. The Traditional Acehnese House and the Japanese Kigumi technique share similarities in the use of flexible wooden joints capable of reducing seismic forces; however, they differ in their locking systems and levels of construction precision. The comparison between these two systems is important as a Build Back Better strategy in creating post-disaster reconstruction through prefabrication systems that accelerate regional recovery while supporting material independence and local wisdom. This study aims to compare the wooden joint systems of the Traditional Acehnese House and the Japanese Kigumi technique, as well as to formulate the application of both systems in structural building elements as a sustainable post-disaster reconstruction strategy. The method used is a literature study with a comparative approach through the synthesis of the joint characteristics of the Traditional Acehnese House and the mechanical principles of Japanese Kigumi, focusing on joint flexibility, seismic resistance, and construction efficiency without metal materials, as well as comparing both systems to formulate recommendations for the appropriate application of structural building elements in post-disaster reconstruction. The analysis results show that the Traditional Acehnese House system is more suitable for the main structural system of vernacular buildings that rely on the semi-flexible behavior of the overall frame, while the Japanese Kigumi technique is more effective for modular systems and high-precision components in prefabricated construction. In conclusion, the integration of both systems produces a hybrid wooden reconstruction model that combines the flexibility of the Traditional Acehnese House with the precision of Japanese Kigumi to accelerate post-disaster reconstruction while improving the seismic resilience of buildings.

Keywords: Acehnese timber joints, Japanese Kigumi, Earthquake resistance, Timber prefabrication, Post-disaster reconstruction.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Bencana alam tidak hanya menyebabkan kerusakan fisik pada bangunan, tetapi juga memengaruhi keberlangsungan kehidupan sosial dan budaya masyarakat. Oleh karena itu, proses rekonstruksi pascabencana perlu mempertimbangkan tidak hanya aspek kecepatan pembangunan, tetapi juga ketahanan bangunan terhadap bencana di masa mendatang. Dalam konteks ini, pemanfaatan sistem konstruksi berbasis kayu menjadi salah satu alternatif yang relevan karena memiliki sifat ringan, fleksibel, dan relatif mudah diterapkan dalam proses pembangunan kembali kawasan terdampak.

Berbagai tradisi konstruksi kayu di dunia menunjukkan kemampuan adaptasi terhadap kondisi lingkungan dan ancaman bencana yang berbeda-beda. Rumah Tradisional Aceh merupakan salah satu contoh arsitektur vernakular yang berkembang melalui pengalaman masyarakat dalam merespons kondisi alam setempat, termasuk risiko gempa bumi. Di sisi lain, Jepang memiliki teknik sambungan kayu Kigumi yang dikenal melalui tingkat presisi dan kemampuan sambungannya dalam menciptakan struktur yang kuat tanpa penggunaan pengikat logam. Kedua sistem tersebut menunjukkan pendekatan yang berbeda, namun memiliki kesamaan dalam pemanfaatan material kayu sebagai elemen utama struktur.

Kajian terhadap karakteristik sambungan pada Rumah Tradisional Aceh dan teknik Kigumi menjadi penting untuk memahami potensi masing-masing sistem dalam mendukung pembangunan yang lebih tangguh dan berkelanjutan. Melalui pemahaman tersebut, dapat diidentifikasi peluang pengembangan sistem konstruksi yang mampu menggabungkan nilai kearifan lokal dengan inovasi teknik konstruksi kayu guna mendukung upaya rekonstruksi pascabencana yang lebih efektif.

Konsep Build Back Better (BBB) merupakan pendekatan rekonstruksi pascabencana yang berfokus pada pemulihan kondisi seperti sebelum bencana, serta upaya meningkatkan ketahanan masyarakat dan lingkungan terhadap risiko bencana di masa depan. Menurut definisi resmi dari United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR), Build Back Better adalah pemanfaatan fase pemulihan, rehabilitasi, dan rekonstruksi untuk meningkatkan resiliensi masyarakat melalui langkah-langkah pengurangan risiko bencana ke dalam pembangunan kembali infrastruktur, sistem sosial, ekonomi, dan lingkungan.

Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030 menjadikan konsep tersebut sebagai salah satu prioritas utama, yang menekankan bahwa proses rekonstruksi pascabencana merupakan peluang penting untuk menciptakan komunitas yang lebih aman, tangguh, dan berkelanjutan. Prinsip Build Back Better mendorong penerapan desain yang lebih aman, penggunaan teknologi konstruksi yang lebih baik, pemanfaatan pengetahuan lokal, serta penguatan kapasitas masyarakat untuk meminimalisir dampak bencana serupa. Selain itu, keberhasilan Build Back Better juga ditentukan oleh aspek keselamatan, kecepatan pemulihan, inklusivitas masyarakat, dan keberlanjutan jangka panjang.

Dalam konteks rekonstruksi pascabencana Aceh, konsep Build Back Better sangat relevan dengan kajian mengenai sambungan pada rumah tradisional Aceh dan teknik Kigumi Jepang. Rumah tradisional Aceh pada dasarnya memiliki karakteristik struktur panggung dan sistem sambungan kayu yang telah berkembang melalui adaptasi terhadap kondisi lingkungan setempat. Sementara itu, teknik Kigumi dari Jepang dikenal sebagai sistem sambungan kayu tanpa paku yang memiliki fleksibilitas tinggi dalam menahan gaya

gempa karena mampu mendistribusikan beban dan deformasi secara lebih efektif. Mengkaji kesesuaian dan potensi integrasi kedua sistem tersebut sejalan dengan prinsip Build Back Better, yaitu membangun kembali hunian yang tidak hanya mempertahankan nilai budaya lokal, tetapi juga meningkatkan ketahanan struktur terhadap gempa bumi dan bencana lainnya.

Filosofi struktur Rumah Tradisional Aceh menjadi relevansi utama dari peninjauan arsitektur vernakular saat ini. Di tengah agenda global mengenai arsitektur ramah lingkungan, Rumah Tradisional Aceh menawarkan solusi hunian tahan gempa berbasis kearifan lokal. Sistem rangka kayu semi-fleksibel dan sambungan tanpa pakunya terbukti mampu meredam energi seismik secara elastis. Meski demikian, metode ini menghadapi tantangan modern berupa kelangkaan tukang kayu tradisional (uthoeng) serta durasi pengerjaan manual yang lambat untuk kebutuhan darurat.

Guna mengatasi kendala efisiensi tersebut, teknologi pertukangan kayu tradisional Jepang, Kigumi, sangat relevan untuk diadopsi. Kigumi menerapkan sistem sambungan interlok kayu tanpa paku dengan tingkat presisi geometri dan standarisasi modular yang tinggi. Karakteristik ini membuatnya kompatibel dengan industri prefabrikasi modern, sehingga komponen struktural dapat diproduksi massal di pabrik secara cepat, mudah didistribusikan, dan dirakit secara mandiri oleh masyarakat di lokasi bencana.

Hasilnya model konstruksi baru bagi penanggulangan bencana masa kini lahir dari sintesis sintesis antara elastisitas struktural Rumah Aceh dan ketepatan modular teknik Kigumi. Pendekatan ini tidak hanya memangkas durasi pembangunan fisik permukiman melalui sistem prefabrikasi, melainkan juga menetapkan standar baru hunian tahan gempa modern yang mengawinkan kearifan lokal dengan inovasi teknologi.

Kombinasi antara konstruksi kayu dengan struktur modern merupakan salah satu bentuk arsitektur hybrid yang melibatkan penyatuan antara keindahan dari seni pertukangan kayu yang alami dengan teknologi masa kini, seperti penggunaan baja, beton, dan engineered wood. Dengan cara seperti penyisipan plat baja pada sambungan kayu atau inti beton pada bangunan multi lantai, teknologi ini berpotensi menghasilkan struktur yang ramah lingkungan, tahan gempa, dan dapat membebaskan beban bentang lebar yang tidak dapat ditangani oleh kayu murni. Teknologi ini jelas merupakan solusi bijak untuk mendapatkan struktur yang mengedepankan kayu ekspos dengan tetap memenuhi standar modern

Selain meningkatkan performa struktural, pendekatan ini juga memungkinkan pelestarian nilai budaya dan kearifan lokal yang terkandung dalam teknik konstruksi tradisional. Dalam konteks rekonstruksi pascabencana Aceh, integrasi sistem sambungan rumah tradisional Aceh dengan prinsip-prinsip teknik Kigumi dan teknologi struktur modern dapat menghasilkan bangunan yang lebih aman, tangguh, serta berkelanjutan. Dengan demikian, perpaduan antara metode konstruksi tradisional dan inovasi modern tidak hanya berfungsi sebagai solusi teknis terhadap kebutuhan struktur masa kini, tetapi juga menjadi strategi untuk mempertahankan identitas arsitektur lokal sekaligus mendukung penerapan konsep *Build Back Better* dalam pembangunan kembali wilayah terdampak bencana.

Kajian Pustaka

Rumah Tradisional Aceh merupakan salah satu bentuk arsitektur vernakular Indonesia yang dirancang berdasarkan adaptasi masyarakat terhadap kondisi lingkungan dan ancaman bencana alam, khususnya gempa bumi. Sistem struktur bangunan ini didominasi oleh penggunaan kayu dengan sambungan pasak serta ikatan tradisional yang memungkinkan

terjadinya deformasi terbatas ketika menerima beban lateral. Menurut Meutia (2017), sistem konstruksi Rumoh Aceh menunjukkan kemampuan untuk meredam energi gempa melalui perilaku semi-fleksibel pada sambungan dan rangka bangunan, sehingga dapat mengurangi risiko keruntuhan secara tiba-tiba. Karakteristik tersebut menjadikan Rumah Tradisional Aceh sebagai salah satu contoh penerapan kearifan lokal dalam pembangunan hunian yang tangguh terhadap bencana.

Di sisi lain, Jepang memiliki tradisi konstruksi kayu yang berkembang melalui teknik Kigumi. Teknik ini menggunakan sistem sambungan kayu tanpa paku maupun pengikat logam dengan tingkat presisi yang sangat tinggi. Kekuatan sambungan diperoleh melalui mekanisme interlocking atau penguncian geometris antar elemen kayu yang memungkinkan distribusi beban berlangsung secara efektif. Selain memiliki nilai estetika tinggi, teknik Kigumi juga dikenal mampu meningkatkan stabilitas struktur serta memberikan fleksibilitas terhadap beban gempa, sehingga banyak diterapkan pada bangunan tradisional Jepang yang bertahan hingga ratusan tahun.

Dalam konteks rekonstruksi pascabencana, konsep *Build Back Better* yang diperkenalkan oleh United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR) menekankan bahwa proses pemulihan tidak hanya bertujuan membangun kembali kondisi yang rusak, tetapi juga meningkatkan kualitas dan ketahanan terhadap bencana di masa mendatang. Prinsip ini mendorong pemanfaatan teknologi yang lebih baik, penerapan konstruksi yang lebih aman, serta pengintegrasian pengetahuan lokal dalam proses pembangunan kembali. Oleh karena itu, kajian terhadap sistem sambungan Rumah Tradisional Aceh dan teknik Kigumi relevan untuk mengidentifikasi potensi penerapan konstruksi kayu yang kuat, berkelanjutan, dan sesuai dengan kebutuhan rekonstruksi pascabencana di Aceh.

Permasalahan

Aceh merupakan wilayah yang memiliki tingkat risiko gempa bumi dan bencana alam yang tinggi sehingga memerlukan sistem konstruksi yang mampu memberikan perlindungan yang lebih baik bagi masyarakat. Meskipun Rumah Tradisional Aceh telah terbukti memiliki kemampuan adaptif terhadap kondisi seismik melalui sistem sambungan kayu tradisional, penerapannya pada masa kini menghadapi berbagai kendala, seperti keterbatasan tenaga ahli, rendahnya standarisasi konstruksi, serta waktu pembangunan yang relatif lama.

Di sisi lain, teknik Kigumi Jepang menawarkan sistem sambungan kayu yang presisi, modular, dan kompatibel dengan teknologi prefabrikasi modern. Namun, belum banyak kajian yang membahas bagaimana karakteristik sambungan Kigumi dapat dibandingkan maupun diintegrasikan dengan sistem sambungan Rumah Tradisional Aceh sebagai solusi rekonstruksi pascabencana. Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan kajian yang mampu mengidentifikasi persamaan, perbedaan, serta potensi penerapan kedua sistem sambungan untuk menghasilkan model konstruksi yang lebih kuat, efisien, dan sesuai dengan prinsip *Build Back Better*.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dan membandingkan karakteristik sistem sambungan pada Rumah Tradisional Aceh dengan teknik Kigumi Jepang sebagai bagian dari strategi rekonstruksi pascabencana. Kajian dilakukan untuk memahami kelebihan dan

keterbatasan masing-masing sistem dalam aspek fleksibilitas sambungan, ketahanan terhadap gempa, kemudahan konstruksi, serta potensi penerapannya pada bangunan masa kini.

Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi peluang integrasi antara sistem sambungan tradisional Aceh dan teknik Kigumi Jepang guna menghasilkan model konstruksi kayu yang lebih efektif, berkelanjutan, dan sesuai dengan kebutuhan rekonstruksi pascabencana. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan sistem bangunan yang mampu mempertahankan nilai budaya lokal sekaligus memenuhi tuntutan keamanan dan efisiensi konstruksi modern.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur dengan pendekatan komparatif kualitatif. Metode ini dipilih untuk mengkaji, membandingkan, dan menganalisis karakteristik sistem sambungan pada Rumah Tradisional Aceh dan teknik Kigumi Jepang berdasarkan berbagai sumber ilmiah yang relevan. Data penelitian diperoleh melalui kajian pustaka yang mencakup jurnal ilmiah, laporan penelitian, serta dokumen terkait konstruksi kayu tradisional, ketahanan gempa, dan rekonstruksi pascabencana.

Proses penelitian diawali dengan pengumpulan dan seleksi literatur yang membahas sistem sambungan Rumah Tradisional Aceh, teknik Kigumi Jepang, konsep *Build Back Better*, serta penerapan konstruksi kayu dalam wilayah rawan bencana. Selanjutnya dilakukan identifikasi karakteristik masing-masing sistem sambungan berdasarkan aspek mekanika struktur, fleksibilitas sambungan, tingkat presisi konstruksi, ketahanan terhadap gempa, serta potensi penerapannya dalam sistem prefabrikasi modern.

Tahap berikutnya adalah analisis komparatif untuk membandingkan persamaan dan perbedaan kedua sistem sambungan. Hasil perbandingan kemudian disintesis guna mengidentifikasi potensi integrasi antara sambungan Rumah Tradisional Aceh dan teknik Kigumi Jepang dalam mendukung rekonstruksi pascabencana yang lebih tangguh dan berkelanjutan. Analisis dilakukan secara deskriptif-kualitatif dengan menafsirkan temuan dari berbagai sumber literatur untuk menghasilkan rekomendasi penerapan sistem konstruksi kayu yang sesuai dengan kebutuhan rekonstruksi pascabencana di Aceh.

Melalui metode ini, penelitian diharapkan mampu memberikan pemahaman konseptual mengenai keunggulan dan keterbatasan masing-masing sistem sambungan serta merumuskan strategi integrasi yang mendukung penerapan prinsip *Build Back Better* dalam pembangunan kembali wilayah terdampak bencana.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Sambungan Rumah Aceh

Rumah Tradisional Aceh merupakan rumah tradisional masyarakat Aceh yang dikenal memiliki kemampuan adaptif terhadap kondisi lingkungan, termasuk terhadap ancaman gempa bumi. Salah satu faktor utama yang mendukung ketahanan tersebut adalah sistem konstruksi kayu yang menggunakan sambungan mekanis tradisional tanpa ketergantungan pada paku maupun pengikat logam. Sistem sambungan ini memungkinkan elemen struktur bekerja secara terintegrasi dalam menerima dan mendistribusikan beban, sehingga bangunan memiliki tingkat fleksibilitas yang lebih tinggi dibandingkan konstruksi kaku modern.

Secara umum, struktur Rumah Tradisional Aceh terdiri atas kolom (tameh), balok pengikat, balok lantai, balok atap, dan elemen pengaku yang seluruhnya dirangkai menggunakan sistem sambungan kayu tradisional. Menurut penelitian oleh Suryanto dkk. (2017), hubungan antar elemen struktur dilakukan melalui sambungan menerus yang diperkuat menggunakan pasak kayu (bajo) dan ikatan tali ijuk sehingga setiap bagian konstruksi mampu bekerja sebagai satu kesatuan struktur ketika menerima gaya lateral akibat gempa. Sistem ini memungkinkan terjadinya deformasi terbatas tanpa menyebabkan keruntuhan struktur secara tiba-tiba.

1. Penggunaan Pasak Kayu (Bajo) sebagai Pengunci Sambungan

Karakteristik utama sambungan Rumah Tradisional Aceh adalah penggunaan pasak kayu atau bajo sebagai pengunci hubungan antar elemen struktur. Pasak dibuat dari kayu keras yang memiliki kekuatan tekan dan geser tinggi sehingga mampu menahan pergeseran antar komponen konstruksi.

Berbeda dengan sambungan paku yang menghasilkan hubungan relatif kaku dan berpotensi menimbulkan konsentrasi tegangan pada titik tertentu, pasak kayu memungkinkan terjadinya sedikit pergerakan antar elemen. Kondisi ini menghasilkan perilaku semi-rigid atau semi-fleksibel yang sangat menguntungkan ketika bangunan menerima beban dinamis akibat gempa bumi. Energi getaran dapat terdistribusi melalui deformasi kecil pada sambungan sebelum diteruskan ke elemen struktur lainnya. Selain berfungsi sebagai pengunci, penggunaan pasak juga mempermudah proses pembongkaran dan pemasangan kembali bangunan. Karakteristik ini menunjukkan bahwa sejak awal Rumah Tradisional Aceh telah menerapkan prinsip konstruksi modular yang saat ini menjadi salah satu konsep penting dalam rekonstruksi pascabencana.

2. Sambungan Takik (Mortise-Tenon Tradisional)

Sambungan pada Rumah Tradisional Aceh umumnya menggunakan sistem lubang dan pen yang dikenal sebagai mortise-tenon tradisional. Ujung balok dibentuk menyerupai lidah (tenon) kemudian dimasukkan ke dalam lubang pada kolom atau balok lainnya (mortise), lalu dikunci menggunakan pasak kayu. Prinsip sambungan ini menghasilkan hubungan struktural yang kuat terhadap gaya tekan dan geser tanpa memerlukan elemen logam tambahan. Sistem tersebut memungkinkan transfer beban berlangsung secara langsung melalui kontak permukaan kayu sehingga distribusi gaya menjadi lebih merata. Keberadaan sambungan takik juga meningkatkan kemampuan struktur dalam mempertahankan kestabilan geometris bangunan. Saat terjadi guncangan, sambungan masih mampu mempertahankan keterikatan antar elemen walaupun mengalami deformasi dalam batas tertentu.

3. Kombinasi Pasak dan Ikatan Tali Ijuk

Selain pasak kayu, Rumah Tradisional Aceh juga memanfaatkan tali ijuk sebagai elemen pengikat tambahan pada beberapa bagian struktur. Penggunaan tali ijuk memberikan sifat elastis yang membantu meredam energi getaran. Ikatan tali ijuk bekerja sebagai penghubung fleksibel yang memungkinkan elemen-elemen bangunan bergerak secara terbatas tanpa mengalami kerusakan. Ketika gaya gempa bekerja, energi tidak langsung diterima secara penuh oleh satu titik sambungan, melainkan tersebar melalui sistem ikatan yang saling terhubung.

Kombinasi antara pasak dan tali ijuk menghasilkan sistem sambungan yang tidak sepenuhnya kaku maupun sepenuhnya bebas bergerak. Karakteristik tersebut membentuk perilaku semi-fleksibel yang menjadi salah satu alasan mengapa Rumah Tradisional Aceh mampu bertahan pada wilayah dengan aktivitas seismik tinggi.

4. Perilaku Sambungan terhadap Beban Gempa

Aceh berada pada kawasan pertemuan lempeng tektonik aktif yang memiliki tingkat aktivitas seismik tinggi. Dalam kondisi tersebut, sambungan menjadi komponen paling penting dalam menentukan kinerja struktur bangunan. Penelitian mengenai sistem struktur Rumah Tradisional Aceh menunjukkan bahwa sambungan pasak dan sistem rangka kayu memungkinkan bangunan merespons gempa melalui mekanisme deformasi bertahap. Ketika menerima gaya lateral, sambungan tidak langsung mengalami kegagalan, melainkan mengalami rotasi kecil yang membantu mengurangi konsentrasi tegangan pada elemen utama struktur.

Mekanisme ini berbeda dengan konstruksi beton bertulang yang cenderung bersifat kaku. Pada Rumah Tradisional Aceh, fleksibilitas sambungan justru menjadi keunggulan karena mampu mengurangi percepatan struktur dan meminimalkan risiko keruntuhan mendadak.

5. Karakteristik Knock-Down dan Potensi Prefabrikasi

Karakteristik lain yang penting adalah sifat knock-down pada sistem sambungannya. Karena menggunakan pasak dan takikan, sebagian besar komponen bangunan dapat dilepas tanpa merusak elemen utama.

Kemampuan ini memberikan beberapa keuntungan, yaitu:

- Mempermudah proses perawatan bangunan.
- Memungkinkan penggantian elemen yang rusak tanpa membongkar keseluruhan struktur.
- Mendukung proses transportasi komponen secara terpisah.
- Berpotensi dikembangkan menjadi sistem prefabrikasi untuk rekonstruksi pascabencana.

Dalam rekonstruksi pascabencana, prinsip knock-down ini sangat relevan karena memungkinkan pembangunan dilakukan lebih cepat melalui perakitan komponen yang telah diproduksi sebelumnya.

Karakteristik Teknik Kigumi Jepang

Kigumi (木組み) merupakan teknik konstruksi kayu tradisional Jepang yang menyambungkan elemen-elemen struktur tanpa menggunakan paku, baut, maupun perekat. Kekuatan struktur diperoleh melalui sistem sambungan kayu yang dipahat secara presisi sehingga setiap komponen saling mengunci. Teknik ini telah digunakan selama berabad-abad pada kuil, rumah tradisional, dan bangunan bersejarah Jepang, serta dikenal karena kemampuannya menghasilkan struktur yang kuat, tahan lama, dan adaptif terhadap kondisi lingkungan, khususnya gempa bumi.

Karakteristik utama teknik Kigumi dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Sistem sambungan tanpa paku dan logam

   Kigumi mengandalkan bentuk geometris sambungan kayu yang saling mengunci sehingga tidak memerlukan paku, baut, atau perekat. Setiap sambungan dirancang untuk menahan gaya tekan, tarik, maupun geser melalui mekanisme penguncian alami antar elemen kayu.
2. Presisi pengerjaan yang sangat tinggi

   Kualitas struktur Kigumi bergantung pada ketepatan pemotongan dan pemahatan kayu. Sambungan dibuat dengan toleransi yang sangat kecil sehingga menghasilkan hubungan antar komponen yang rapat dan stabil. Tingkat presisi ini merupakan salah satu ciri utama pertukangan tradisional Jepang.
3. Fleksibel terhadap beban gempa

   Berbeda dengan sambungan kaku yang menggunakan logam, Kigumi memungkinkan terjadinya pergerakan kecil pada sambungan saat menerima gaya lateral akibat gempa. Fleksibilitas ini membantu menyerap dan mendistribusikan energi gempa sehingga risiko keruntuhan struktur dapat berkurang.
4. Memanfaatkan sifat alami kayu

   Sambungan Kigumi dirancang untuk mengakomodasi perubahan dimensi kayu akibat kelembapan dan temperatur. Dengan demikian, struktur dapat beradaptasi terhadap penyusutan maupun pemuaian kayu tanpa menimbulkan kerusakan signifikan pada sambungan.
5. Memiliki daya tahan dan umur pakai yang panjang

   Banyak bangunan tradisional Jepang yang menggunakan teknik Kigumi mampu bertahan selama ratusan tahun. Ketahanan ini didukung oleh kualitas sambungan, pemilihan material kayu yang baik, serta kemampuan struktur dalam mengurangi konsentrasi tegangan pada titik tertentu.
6. Mudah diperbaiki dan dibongkar pasang

   Karena tidak menggunakan pengikat logam permanen, komponen struktur Kigumi dapat dilepas, diperbaiki, atau diganti tanpa merusak keseluruhan bangunan. Karakteristik ini mendukung keberlanjutan dan efisiensi pemeliharaan bangunan.
7. Memiliki nilai estetika tinggi

   Selain berfungsi sebagai elemen struktural, sambungan Kigumi juga menampilkan keindahan kerajinan kayu Jepang. Detail sambungan sering diekspos sebagai bagian dari ekspresi arsitektur yang menunjukkan keterampilan tukang dan filosofi keharmonisan dengan material alami.

Analisis Komparatif Sambungan Rumah Aceh Dengan Teknik Kigumi Jepang

Untuk memahami bagaimana model rekonstruksi dapat diwujudkan, perlu dilakukan analisis komparatif mengenai karakteristik struktural, perilaku mekanika, serta tingkat presisi antara sistem sambungan tradisional Rumah Aceh dan teknik Kigumi dari Jepang. Kedua sistem ini pada dasarnya memiliki akar filosofi yang sama, yaitu mengandalkan kekuatan sambungan kayu mekanis murni tanpa melibatkan paku, baut, atau material pengikat logam lainnya. Pemanfaatan material kayu secara penuh ini

didasarkan pada kesadaran geografis kedua wilayah yang berada di zona seismik aktif, di mana struktur bangunan dituntut untuk adaptif terhadap guncangan gempa. Namun, perbedaan mendasar muncul pada konfigurasi geometri, tingkat toleransi kerapatan material, serta cara kedua sistem tersebut mendistribusikan gaya lateral (beban gempa).

Sistem sambungan pada Rumah Tradisional Aceh mengandalkan perilaku semi-fleksibel dari seluruh rangka bangunan. Hubungan antara tiang utama (tameh) dan balok membujur (salo) menggunakan teknik pasak tembus yang sederhana namun efektif. Mekanisme ini memberikan ruang toleransi pergerakan mikro yang elastis, sehingga saat terjadi gempa bumi, sambungan bertindak sebagai peredam kejut yang membiarkan bangunan bergoyang mengikuti arah gelombang seismik tanpa mengalami keruntuhan patah struktur. Kelemahan dari sistem ini terletak pada rendahnya standarisasi dimensi, karena pertukangan tradisional Aceh umumnya bersifat intuitif dan adaptif terhadap bentuk log kayu alami di lapangan, sehingga tingkat presisinya relatif rendah dan membutuhkan waktu pengerjaan manual yang cukup lama.

Sebaliknya, teknik Kigumi Jepang berfokus pada kekuatan interlok geometri tiga dimensi yang memiliki tingkat presisi dan standarisasi sangat tinggi dengan batas toleransi milimeter. Sambungan Kigumi dirancang dengan pola potongan kayu yang saling mengunci secara rapat dan rigid pada satu titik sambungan tunggal. Secara mekanika, jika sambungan Rumah Aceh mengandalkan fleksibilitas elastis dari "kerangka yang bergoyang", Kigumi mengandalkan kerapatan antar-serat kayu yang saling mengunci untuk menahan gaya geser dan gaya tarik. Karakteristik geometris Kigumi yang sangat teratur dan matematis ini membuat teknik ini ideal untuk diterapkan dalam sistem industri modern, khususnya metode modular prefabrikasi di mana komponen dapat diproduksi secara massal menggunakan mesin pemotong presisi sebelum dirakit di tapak konstruksi.

Tabel 1. Komparasi Mekanika Sambungan Rumah Aceh dan Teknik Kigumi Jepang.

No	Parameter	Sambungan Rumah Aceh	Teknik Kigumi Jepang
1	Sifat Mekanika Utama	Semi-Fleksibel; mengandalkan kelonggaran mikro untuk meredam guncangan lateral.	Interlok Rigid; mengandalkan kerapatan geometri kayu untuk menahan gaya geser.
2	Material Pengikat	Pasak kayu sederhana yang menembus lubang balok.	Penguncian geometris tiga dimensi tanpa alat bantu.
3	Tingkat Presisi & Toleransi	Rendah-Sedang, menyesuaikan secara manual di lapangan.	Sangat Tinggi (skala milimeter), standar bentuk balok persegi sempurna.
4	Kelebihan Struktur	Memiliki sifat *base isolation* yang menahan gaya kejut gempa bumi.	Memiliki kekuatan mekanis pada titik buhul dan tahan deformasi arah angin.
5	Kompatibilitas Prefabrikasi	Sulit, karena sambungan bersifat unik dan bergantung pada keahlian tukang kayu.	Tinggi, geometri mudah diproduksi massal dengan mesin pabrik.

(Sumber: Penulis, 2026)

Melalui pemahaman komparatif ini, terlihat secara jelas bahwa kedua sistem dapat saling melengkapi. Kelemahan Rumah Aceh dalam hal kecepatan produksi dan standarisasi dapat dipecahkan oleh presisi modular *Kigumi*. Sebaliknya, kekakuan geometri *Kigumi* yang membutuhkan pondasi tanah yang stabil dapat diredam oleh fleksibilitas struktur bawah kaki-kaki panggung Rumah Aceh yang adaptif terhadap pergerakan tanah labil pesisir.

Relevansi Sistem Sambungan Kayu Terhadap Kebutuhan Konstruksi Masa Kini

Relevansi sistem sambungan kayu terhadap kebutuhan konstruksi saat ini memiliki tiga pilar utama yang saling berkaitan, yaitu rekayasa ketahanan gempa, keberlanjutan lingkungan, dan efisiensi modular.

Pertama, dalam hal ketahanan gempa, sistem sambungan tradisional Rumah Aceh dan teknik Kigumi menawarkan pendekatan fleksibilitas yang sangat relevan untuk wilayah rawan bencana. Berbeda dengan bangunan beton modern yang kaku dan berisiko retak fatal saat diguncang, sambungan kayu tanpa paku ini bertindak sebagai peredam kejut alami. Ketika gempa terjadi, elastisitas pasak pada Rumah Aceh dan presisi geometri Kigumi memungkinkan seluruh kerangka bangunan untuk sedikit bergeser dan bergoyang untuk menyerap serta menyalurkan energi gempa, sebelum akhirnya kembali ke posisi semula tanpa mengalami keruntuhan struktural.

Kedua, dari sudut pandang keberlanjutan dan jejak karbon rendah, kedua teknik ini merupakan jawaban untuk tuntutan industri konstruksi modern yang sedang mengurangi ketergantungan pada semen dan baja, dua penyumbang emisi karbon terbesar di dunia. Kayu adalah material alami yang mampu menyimpan karbon selama masa pakainya. Karena sistem sambungan ini tidak menggunakan paku atau sekrup logam yang dapat merusak serat bagian dalam, kayu tetap utuh dan memiliki usia pakai yang jauh lebih lama. Ini sangat mendukung konsep ekonomi sirkular melalui metode dekonstruksi; bangunan saat ini dapat dibongkar secara utuh tanpa dihancurkan, sehingga material kayunya dapat digunakan kembali untuk proyek lain di masa depan.

Ketiga, kedua sistem ini sejalan dengan tren efisiensi prefabrikasi dan modularitas yang menjadi standar konstruksi modern untuk menghemat waktu dan biaya di lapangan. Rumoh Aceh pada dasarnya dirancang dengan sistem bongkar-pasang yang modular, di mana setiap tiang dan balok telah ditandai dengan sandi tertentu untuk memudahkan perakitan cepat di lokasi proyek. Ketika prinsip ini digabungkan dengan akurasi matematis yang tinggi dari Kigumi, industri modern dapat memanfaatkan teknologi komputer seperti mesin CNC dan robotik untuk memotong komponen kayu secara massal dengan presisi fraksi milimeter di pabrik. Hasilnya, proses konstruksi di tapak proyek menjadi jauh lebih cepat, bersih, dan efisien seperti menyusun sebuah balok permainan LEGO raksasa.

Potensi Integrasi Sambungan Tradisional Dengan Sistem Struktur Modern

Integrasi sambungan tradisional dengan sistem struktur modern merupakan pendekatan yang bertujuan menggabungkan keunggulan kearifan lokal dengan perkembangan teknologi konstruksi masa kini. Pada penelitian ini, sistem sambungan rumah tradisional Aceh dan teknik Kigumi Jepang memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi sistem konstruksi yang lebih tangguh terhadap bencana, khususnya gempa bumi, tanpa menghilangkan nilai budaya dan identitas arsitektur tradisional. Beberapa potensi integrasi tersebut antara lain:

1. Peningkatan Ketahanan terhadap Gempa

   Sambungan tradisional, baik pada rumah Aceh maupun teknik Kigumi Jepang, memiliki karakteristik fleksibel yang memungkinkan

struktur beradaptasi terhadap gaya gempa. Integrasi dengan metode perancangan struktur modern dapat meningkatkan kemampuan bangunan dalam menyerap dan mendistribusikan energi gempa, sehingga risiko kerusakan atau keruntuhan dapat diminimalkan.

2. Kombinasi Kearifan Lokal dan Teknologi Modern

   Sistem sambungan tradisional yang telah teruji melalui pengalaman empiris dapat dikombinasikan dengan teknologi konstruksi modern untuk menghasilkan struktur yang lebih aman dan efisien. Pendekatan ini memungkinkan pemanfaatan pengetahuan lokal tanpa mengabaikan standar teknis dan keselamatan bangunan yang berlaku saat ini.

3. Penggunaan Material yang Lebih Berkualitas

   Integrasi dapat dilakukan melalui pemanfaatan material kayu rekayasa modern seperti *glulam* atau *cross-laminated timber (CLT)* yang memiliki kualitas lebih seragam dan kapasitas struktural lebih tinggi. Dengan demikian, prinsip sambungan tradisional tetap dapat diterapkan pada bangunan yang membutuhkan performa struktur yang lebih baik.

4. Pelestarian Identitas Arsitektur Tradisional

   Penerapan sistem struktur modern tidak harus menghilangkan karakter bangunan tradisional. Integrasi sambungan tradisional memungkinkan nilai budaya, bentuk arsitektur, dan teknik konstruksi lokal tetap dipertahankan, sehingga proses pembangunan tidak hanya berorientasi pada aspek teknis tetapi juga pada pelestarian warisan budaya.

5. Mendukung Rekonstruksi Pascabencana yang Berkelanjutan

   Dalam konteks rekonstruksi pascabencana Aceh, integrasi sambungan tradisional dengan sistem struktur modern sejalan dengan konsep *Build Back Better*. Pendekatan ini tidak hanya membangun kembali bangunan yang rusak, tetapi juga meningkatkan kualitas, keamanan, dan ketahanan bangunan terhadap bencana di masa depan, sekaligus mempertahankan identitas lokal masyarakat Aceh.

Penerapan integrasi sambungan Rumah Tradisional Aceh dan teknik Kigumi Jepang dapat dilakukan melalui pembagian fungsi pada elemen struktur bangunan. Sistem sambungan Rumah Tradisional Aceh yang memiliki karakteristik semi-fleksibel lebih sesuai diterapkan pada elemen struktur utama seperti kolom dan balok, karena mampu memberikan toleransi terhadap pergerakan struktur akibat beban lateral. Sementara itu, teknik Kigumi dengan tingkat presisi yang tinggi dapat diterapkan pada elemen struktur sekunder maupun komponen modular yang membutuhkan akurasi sambungan dan kestabilan geometris yang lebih baik.

Pendekatan tersebut memungkinkan terciptanya sistem struktur yang tidak hanya mampu menahan beban gravitasi dan beban lateral secara efektif, tetapi juga mempertahankan kemampuan deformasi yang diperlukan saat terjadi gempa bumi. Dengan demikian, keunggulan masing-masing sistem sambungan dapat dimanfaatkan secara optimal sesuai fungsi strukturalnya.

Potensi Penerapan Sebagai Strategi *Build Back Better* Pascabencana

Penerapan konsep *Build Back Better* dalam rekonstruksi pascabencana di Aceh

menuntut adanya integrasi antara kecepatan waktu bangun, kemandirian logistik, dan peningkatan kekuatan struktural terhadap gempa. Berdasarkan hasil analisis komparatif mekanika, potensi penerapan model dibagi secara spesifik berdasarkan zonasi vertikal elemen struktur bangunan (Bawah, Tengah, dan Atas) guna mengoptimalkan keunggulan mekanis dari masing-masing sistem konstruksi tradisional tersebut.

- **Zonasi Struktur Bawah dan Tengah (Sistem Rangka Utama Aceh)**

  Untuk bagian struktur bawah (sistem tiang panggung) dan struktur tengah (balok lantai dan rangka dinding utama), model rekonstruksi wajib mempertahankan prinsip semi-fleksibel dari Rumah Tradisional Aceh. Bagian bawah bangunan membutuhkan mekanisme *base isolation* alami, di mana tiang-tiang kayu tidak ditanam kaku ke tanah melainkan bertumpu di atas umpak batu, didukung oleh pasak pen-lubang *(mortise and tenon)* yang elastis. Perilaku semi-fleksibel ini membiarkan struktur bawah dan tengah menyerap serta mendistribusikan beban kejut seismik secara merata tanpa memicu keruntuhan getas (patah struktural). Bagian ini bertindak sebagai jaring pengaman utama sasis bangunan.

- **Zonasi Struktur Atas / Atap (Sistem Modular Presisi Kigumi)**

  Untuk bagian struktur atas, khususnya sistem rangka atap (kuda-kuda, balok bubungan, dan gording), teknik Kigumi Jepang menawarkan efisiensi yang jauh lebih tinggi. Rangka atap adalah bagian komponen yang paling adaptif untuk dijadikan sistem modular prefabrikasi. Dengan presisi interlok tiga dimensi khas Kigumi, komponen-komponen atap dapat dipotong menggunakan mesin di pabrik dengan akurasi milimeter, lalu dikirim ke lokasi bencana dalam bentuk paket siap rakit. Sambungan Kigumi yang mengunci secara sempurna tanpa paku besi memastikan kestabilan geometri atap dari gaya geser angin dan getaran gempa, sekaligus mempercepat durasi penutupan atap hunian darurat.

Untuk mempermudah visualisasi implementasi dalam strategi rekonstruksi pascabencana, berikut tabel pembagian peran elemen struktur:

Tabel 2. Pembagian Elemen Struktur untuk Konstruksi Pascabencana.

No	Struktur Bangunan	Elemen Struktur	Sistem	Karakteristik dan Fungsi	Metode Konstruksi
1	Struktur Bawah (Pondasi & Kolom)	Tiang Utama *(Tameh),* Sasis Balok Bawah, dan Umpak Batu	Sistem Rumah Tradisional Aceh	*Base isolation* alami; struktur semi-fleksibel untuk meredam gaya seismik lateral dari tanah.	Pengerjaan *on-site* dengan material kayu lokal.
2	Struktur Tengah (Lantai & Dinding)	Balok Lantai *(Salo),* Rangka Dinding, dan Pasak Pengunci *(Sengkang).*	Sistem Rumah Tradisional Aceh	Distribusi beban lateral merata ke seluruh frame utama; mencegah bangunan runtuh secara tiba-tiba.	Pengerjaan gabungan menggunakan panel dinding lokal.

No	Struktur Bangunan	Elemen Struktur	Sistem	Karakteristik dan Fungsi	Metode Konstruksi
3	Struktur Atas (Atap & Kuda-Kuda)	Kuda-Kuda Atap, Balok Bubungan, Gording, dan Kasau.	Sistem Kigumi Jepang	Interlok tiga dimensi presisi tinggi; mengunci kaku secara geometri rangka atas tanpa paku agar atap tidak runtuh menimpa penghuni.	Sistem Prefabrikasi Modern; dipotong di pabrik *(off-site),* dikirim, dan dirakit cepat secara mandiri.

(Sumber: Penulis, 2026)

Melalui pembagian elemen struktur ini, model rekonstruksi kayu berhasil menjawab kelemahan masing-masing sistem. Sifat lambat dan tidak standar pada pengerjaan atap kayu tradisional Aceh diatasi oleh sistem prefabrikasi modular *Kigumi* yang serba cepat. Sebaliknya, sifat *Kigumi* yang menuntut kestabilan tumpuan tanah diimbangi oleh sistem elastisitas rangka bawah Rumah Aceh yang tangguh terhadap karakteristik tanah dan guncangan gempa. Kombinasi ini mewujudkan hunian pascabencana yang aman, murah, berakar budaya lokal, namun memiliki kecepatan rakit standar industri modern.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa Rumah Tradisional Aceh dan teknik Kigumi Jepang memiliki kesamaan dalam pemanfaatan sambungan kayu tanpa pengikat logam sebagai upaya menciptakan struktur yang lebih fleksibel dan adaptif terhadap beban gempa. Meskipun demikian, kedua sistem memiliki karakteristik yang berbeda. Sambungan Rumah Tradisional Aceh lebih mengandalkan perilaku semi-fleksibel melalui penggunaan pasak kayu dan sistem rangka yang mampu meredam energi seismik, sedangkan teknik Kigumi menitikberatkan pada presisi geometris dan mekanisme interlocking yang menghasilkan kestabilan serta efisiensi konstruksi yang tinggi.

Hasil analisis menunjukkan bahwa sistem sambungan Rumah Tradisional Aceh lebih sesuai diterapkan pada elemen struktur utama yang membutuhkan kemampuan deformasi terhadap beban lateral, sementara teknik Kigumi lebih efektif digunakan pada elemen modular dan komponen yang memerlukan tingkat akurasi tinggi. Oleh karena itu, integrasi kedua sistem memiliki potensi untuk menghasilkan model konstruksi hibrida yang menggabungkan fleksibilitas struktur vernakular Aceh dengan efisiensi prefabrikasi dan presisi teknik Kigumi.

Kebaruan penelitian ini terletak pada perumusan strategi penerapan kedua sistem sambungan berdasarkan fungsi elemen struktur bangunan dalam konteks rekonstruksi pascabencana. Pendekatan tersebut sejalan dengan konsep *Build Back Better* karena tidak hanya mempertahankan nilai budaya lokal, tetapi juga meningkatkan ketahanan, kecepatan pembangunan, dan keberlanjutan konstruksi pada wilayah rawan bencana seperti Aceh. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan simulasi numerik maupun pengujian laboratorium guna mengevaluasi performa struktural model integrasi yang diusulkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Arsitektur Fakultas Arsitektur dan Desain Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur yang telah memberikan dukungan akademik selama proses penyusunan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing Ibu Ami Arfianti yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis juga mengapresiasi berbagai sumber literatur, penelitian terdahulu, serta pihak-pihak yang telah berkontribusi secara tidak langsung dalam penyediaan data dan referensi yang digunakan dalam penelitian ini. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang arsitektur vernakular, konstruksi kayu, dan rekonstruksi pascabencana yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

Meutia, E. 2017. Pemetaan Sistem Struktur Konstruksi Rumah Tradisional Aceh dalam Merespon Gempa. Jurnal Arsitektur dan Perkotaan "KORIDOR", 8(1), 54–61.

Yusuf, Y. 2013. Keandalan Struktur Rumah Tradisional Aceh (Rumoh Aceh) Terhadap Gaya Gempa.

United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). 2017. *Build Back Better*. The Sendai Framework Terminology on Disaster Risk Reduction.

World Road Association (PIARC). 2024. *Build Back Better*. Disaster Management Manual.

M. Jaza., Fajar I., Musthofa. 2023. Analisis Metode Klasik Sambungan Kayu Jepang, Untuk Penerapan Bangunan Di Kecamatan Parengan.

Noy, I., Ferrarini, B., & Park, D. (2019). *Build Back Better: What Is It, and What Should It Be?* Asian Development Bank.