

KEARIFAN LOKAL DALAM DESAIN TAHAN GEMPA: STUDI KOMPARATIF RUMAH TRADISIONAL DI WILAYAH INDONESIA BARAT

Bayu Teguh Ujianto

Dosen Prodi Arsitektur, Fak. Teknik Sipil dan Perencanaan, ITN Malang
e-mail: bayu_teguh@lecturer.itn.ac.id

Amar Rizqi Afdholi

Dosen Prodi Arsitektur, Fak. Teknik Sipil dan Perencanaan, ITN Malang
e-mail: amarrizqi@lecturer.itn.ac.id

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang rawan gempa bumi karena posisinya berada di pertemuan tiga lempeng tektonik besar, yaitu Eurasia, Pasifik, dan Indo-Australia. Kondisi geografis ini menyebabkan tingkat aktivitas seismik yang tinggi dan meningkatkan risiko gempa bumi. Dalam konteks geografis Indonesia yang rentan terhadap aktivitas seismik, masyarakat lokal telah mengembangkan berbagai teknik struktur dan desain arsitektur yang efektif dalam menghadapi gempa bumi. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi lebih lanjut tentang bagaimana kearifan lokal dalam konstruksi bangunan dapat menjadi solusi yang efektif dalam mengurangi risiko kerusakan akibat gempa bumi. Penelitian menggunakan metode studi literatur dengan mengumpulkan data dari studi Pustaka dan selanjutnya akan dikaji dari beberapa aspek, seperti bentuk bangunan, sistem struktur konstruksi, material dan Teknik sambungan pada masing-masing rumah. Sampel rumah diambil dari rumah tradisional di wilayah Indonesia bagian Barat, yaitu pulau Sumatera dan Jawa. Hasil dari penelitian didapatkan rumah tradisional yang ada di Indonesia bagian barat memiliki sistem struktur yang dapat merespon terhadap lingkungannya, seperti penggunaan material alam, teknik sambungan tanpa paku dan pondasi yang dapat memberikan fleksibilitas rumah pada saat terjadi gempa. Hal ini menunjukkan bagaimana masyarakat lokal telah mengembangkan solusi arsitektural yang tidak hanya memenuhi kebutuhan fungsional tetapi juga selaras dengan lingkungan alam dan budaya setempat. Kearifan lokal ini penting untuk dipelajari untuk memberikan kontribusi yang berharga dalam upaya meningkatkan ketahanan bangunan terhadap bencana alam, khususnya gempa di Indonesia.

Kata kunci: Rumah Tradisional, Kearifan Lokal, Tahan Gempa, Indonesia Barat

ABSTRACT

Indonesia is an earthquake-prone country because of its position at the confluence of three large tectonic plates, namely Eurasia, the Pacific, and Indo-Australia. These geographical conditions cause high levels of seismic activity and increase the risk of earthquakes. In Indonesia's geographical context that is vulnerable to seismic activity, local communities have developed various structural techniques and architectural designs that are

effective in dealing with earthquakes. This study aims to further explore how local wisdom in building construction can be an effective solution in reducing the risk of damage due to earthquakes. The research uses a literature study method by collecting data from the library study and will then be studied from several aspects, such as the shape of the building, the construction structure system, materials and connection techniques in each house. The house samples were taken from traditional houses in the western part of Indonesia, namely the islands of Sumatra and Java. The results of the study found that traditional houses in western Indonesia have a structural system that can respond to the environment, such as the use of natural materials, joints without nails and foundations that can provide flexibility in the house during an earthquake. This shows how local communities have developed architectural solutions that not only meet functional needs but are also in harmony with the local natural and cultural environment. This local wisdom is important to learn to make a valuable contribution in an effort to increase the resilience of buildings to natural disasters, especially earthquakes in Indonesia.

Keywords: Traditional House, Local Wisdom, Earthquake Resistant, West Indonesia

1. PENDAHULUAN

Gempa bumi merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di Indonesia. Faktor geografis Indonesia yang berada di wilayah pertemuan tiga lempeng tektonik besar, yaitu lempeng Eurasia, Pasifik, dan Indo-Australia, menjadi penyebab utama terjadinya gempa bumi di Indonesia. Hal ini menjadikan Indonesia sebagai salah satu negara dengan tingkat aktivitas seismik yang tinggi di dunia. Topografi Indonesia dimana berupa kepulauan juga membuat negara ini rentan terhadap gempa bumi dan tsunami. Oleh karena itu, mitigasi bencana gempa bumi merupakan hal yang sangat penting untuk dilakukan di Indonesia guna mengurangi dampak buruk yang ditimbulkan oleh bencana alam ini. Upaya mitigasi bencana gempa bumi di Indonesia salah satunya dapat dilakukan dengan membangun bangunan yang tahan gempa dan memberikan wawasan kepada masyarakat mengenai konstruksi bangunan yang tahan gempa.

Rumah tradisional di Indonesia memiliki konstruksi yang tahan gempa meskipun tidak direncanakan secara khusus untuk itu. Meskipun demikian, rumah-rumah tradisional tersebut tetap kokoh berdiri walaupun sering terjadi gempa (Kamurahan, 2018)(Meutia, 2017). Sebagai contoh adalah Rumah Joglo di Jawa Tengah menggunakan struktur kayu rong-rongan dengan sistem tumpuan bersifat sendi dan atau rol, sistem sambungan lidah alur, pola konfigurasi khas soko-soko emper terhadap soko guru, dan kekakuan soko guru oleh tumpang sari/brunjung untuk meningkatkan ketahanan terhadap gempa (Prihatmaji, 2007). Begitu juga dengan Rumah Gadang di Sumatera Barat yang memiliki atap bercorak tanduk kerbau yang bertujuan untuk meredam getaran gempa. Hal tersebut menunjukkan tingkat kecerdasan dan

keahlian dalam bidang arsitektur masyarakat Indonesia pada masa lalu dalam menghadapi ancaman bencana alam.

Selain dalam bentuk sistem konstruksi, mitigasi bencana berbasis kearifan lokal di Indonesia juga diaplikasikan pada penggunaan material bahan bangunan. Masyarakat Baduy menggunakan bahan bangunan yang lentur seperti bambu, ijuk, dan kiray, serta aturan pembuatan bangunan yang tidak boleh menggunakan paku, hanya pasak, dan tali ijuk, untuk mengurangi risiko kerusakan akibat gempa bumi (Suparmini, et.al. 2014). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa masyarakat Indonesia sejak dulu telah memiliki pengetahuan yang mendalam dalam menghadapi bencana alam, termasuk gempa bumi. Mereka tidak hanya mengandalkan kekuatan konstruksi bangunan, tetapi juga menggunakan bahan bangunan yang dapat meredam getaran dan mengurangi risiko kerusakan akibat gempa. Pendekatan ini menunjukkan betapa pentingnya kearifan lokal dalam mitigasi bencana di Indonesia.

Meskipun penggunaan teknologi modern dapat meningkatkan keamanan bangunan terhadap gempa bumi, masih diperlukan pemahaman dan perencanaan yang matang dari para ahli konstruksi untuk memastikan keefektifan teknologi tersebut dalam situasi nyata. Teknologi modern bukanlah jaminan mutlak terhadap risiko kerusakan akibat gempa bumi. Terbukti saat terjadi bencana gempa bumi, bangunan rumah adat tradisional di beberapa wilayah Indonesia sebagian besar masih bertahan dengan baik berbanding terbalik dengan bangunan modern disekitarnya. Hal tersebut menunjukkan bahwa keberlanjutan konstruksi bangunan dengan kearifan lokal masih penting untuk dipertahankan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi lebih lanjut tentang bagaimana kearifan lokal dalam konstruksi bangunan dapat menjadi solusi yang efektif dalam mengurangi risiko kerusakan akibat gempa bumi. Dalam hal ini, belajar dari kearifan lokal dalam konstruksi bangunan dapat menjadi contoh yang baik bagi masyarakat untuk membangun bangunan modern yang tahan gempa. Pengetahuan ini dapat dijadikan dasar untuk pengembangan teknologi konstruksi bangunan modern yang lebih tahan terhadap gempa bumi. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang berharga dalam upaya meningkatkan ketahanan bangunan terhadap bencana alam, khususnya gempa bumi, di Indonesia.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kearifan Lokal

Kearifan lokal merupakan pengetahuan dan praktik yang dimiliki oleh masyarakat setempat dalam membangun dan merawat lingkungan di sekitar mereka. Kearifan lokal ini biasanya didasarkan pada pengalaman turun

temurun dan penyesuaian dengan kondisi alam serta budaya lokal. Ellen, Parker, dan Bicker (2005) mendefinisikan kearifan lokal sebagai "Pengetahuan Lokal" (*Indigenous Knowledge*), yaitu pengetahuan yang terkait tempat dan pengalaman yang dikembangkan oleh masyarakat setempat, pengetahuan yang diperoleh melalui meniru, mencontoh, dan bereksprimen, pengetahuan praktis sehari-hari yang diperoleh dari pengalaman *trial* dan *error*, suatu pengetahuan empiris yang bukan teoritis, dan suatu pengetahuan yang bersifat holistik dan integratif di dalam ranah tradisi budaya.

Dalam konteks konstruksi bangunan, kearifan lokal dapat mencakup pemilihan material yang sesuai dengan lingkungan, teknik konstruksi tradisional, dan sistem struktural yang mempertimbangkan faktor-faktor geologis dan iklimatis. Dengan memahami dan menerapkan kearifan lokal ini, diharapkan dapat meningkatkan ketahanan bangunan terhadap gempa bumi dan bencana alam lainnya.

2.2. Arsitektur Tradisional

Menurut Poerwadarminta (1976) sikap dan cara berpikir serta bertindak yang selalu berpegang pada norma dan adat yang ada secara turun temurun disebut tradisional. Istilah "tradisional" berasal dari kata "tradisi", yang berarti kebiasaan turun temurun yang masih diterapkan oleh kelompok masyarakat tertentu. Tradisionalisme adalah filosofi yang berasal dari tradisi.

Rapoport (1960) mengatakan bahwa rumah tradisional adalah suatu wujud arsitektur yang diwariskan dari generasi ke generasi secara turun temurun. Mempelajari arsitektur (rumah) tradisional lebih dari sekadar tradisi yang dibangun secara fisik, dimana masyarakat tradisional terikat dengan adat yang mengatur bentuk kehidupan bersama.

Folk architecture (arsitektur rakyat), yang berasal dari masyarakat etnik dan berjangkar pada tradisi etnik, bertumbuh dan berkembang menjadi arsitektur tradisional (Wiranto, 1999). Selanjutnya, Sumintardja (1978) menjelaskan bahwa kata "tradisi" mengacu pada suatu kebiasaan yang dilakukan dengan cara yang sama oleh beberapa generasi tanpa atau sedikit perubahan. Dengan kata lain, kebiasaan yang telah membudaya dan menjadi adat.

2.4. Konstruksi Tahan Gempa

Gempa bumi merupakan getaran yang dihasilkan oleh gempa bumi terdiri dari tiga gelombang, yaitu: gelombang utama yang bergerak berhimpitan dengan arah rambatan, gelombang kedua yang bergerak tegak lurus dengan arah rambatan, dan gelombang besar yang bergerak di atas permukaan tanah (Mangunwijaya, 1988). Ada tiga gaya getaran pada bangunan yang dipengaruhi oleh gempa, antara lain, gaya inersia, gaya guling dan gaya torsi (Subekti, 1997).

Menurut pedoman Dinas Pekerjaan Umum SNI 03-1726-2002, Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan dan RSNI T-02-2003, Tata Cara Perencanaan Konstruksi Kayu Indonesia, prinsip utama dalam konstruksi tahan gempa meliputi, denah yang sederhana dan simetris, bahan bangunan harus seringan mungkin dan sistem Konstruksi yang memadai. Sedangkan Gutierrez (2004), menambahkan kaidah dalam perancangan suatu bangunan rumah tahan gempa yaitu, sistem sambungan harus rigid dan fleksibel, dan sistem struktur dan konstruksi yang menyatu, terutama pada struktur atap, dinding, dan pondasi.

Dalam uraian Gutierrez oleh Jigyasu (2002), elemen atau prinsip perancangan gempa yang disebutkan merupakan indikator yang mempengaruhi arsitektur tradisional sehingga dapat tahan terhadap gempa. Selanjutnya disebut sebagai "*Indigenous Knowledge*" arsitektur tradisional yang menanggapi gempa. Dari uraian ini, maka prinsip-prinsip perancangan bangunan tahan gempa pada arsitektur tradisional di Indonesia, yang merupakan bagian dari "*Indigenous Knowledge*"-nya, antara lain, denah dan bentuk bangunan, sistem struktur dan konstruksi bangunan, material bangunan, dan sistem sambungan komponen bangunan.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan metode studi literatur dengan mengumpulkan data dari studi pustaka. Penelitian ini bertujuan untuk menemukan sistem struktur tahan gempa yang dapat dikategorikan menjadi beberapa aspek yang berkaitan dengan desain rumah tradisional di wilayah Indonesia bagian Barat, yaitu pulau Sumatera dan Jawa. Temuan nantinya akan diidentifikasi melalui review literatur dari berbagai sumber, baik jurnal, artikel maupun buku.

Penelitian dengan studi literatur ini dilakukan dengan tujuan mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis temuan dan ide penelitian dari peneliti dan praktisi, review literatur merupakan metode yang sistematis, eksplisit, dan dapat direplikasi (Cooper, & Schindler, 2014). Melalui penelitian sebelumnya tentang desain tahan gempa pada rumah tradisional di wilayah bagian barat Indonesia, dapat diidentifikasi sejauh mana penerapan kearifan lokal dapat mengurangi dampak gempa bumi pada bangunan rumah tradisional Indonesia. Dengan demikian, literatur review adalah langkah awal yang penting dalam mengembangkan teknologi konstruksi bangunan yang lebih modern dan tahan gempa.

Langkah pertama, peneliti mencari jurnal terbaru yang berkaitan dengan sistem konstruksi dan kearifan lokal rumah tradisional di wilayah barat Indonesia dari tahun 2010 hingga 2023. Dalam proses analisis, fokus pembahasan dari masing-masing jurnal dijabarkan, dan kemudian diambil

persamaan tentang prinsip-prinsip bangunan tahan gempa, yang merupakan bagian dari "*Indigenous Knowledge*"-nya rumah tradisional Indonesia.

Tabel 1.
Daftar penelitian terdahulu yang dipergunakan

No	Judul	Tahun	Penulis
1	Analisa Elemen – elemen Struktur Tahan Gempa Rumah Sederhana pada Arsitektur Nusantara Rumah Gadang	2023	• Darini Yusrina Abidah • Muhammad Mutammam Musthoffa • Ronalmanto, • Melinda Hasanah • Ocarullyta Romadhani
2	Analisa Konstruksi Tahan Gempa Rumah Tradisional Suku Besemah Di Kota Pagaram Sumatera Selatan	2015	• Zelly Rinaldi • Ari Widyati Purwantiasning • Ratna Dewi Nur'aini
3	Sistem Bangunan Rumah Tradisional di Kampung Adat Baduy Luar Kadu Ketug, Kabupaten Lebak, Banten	2019	Andi Harapan
4	Sistem Struktur Bangunan Arsitektur Jawa Joglo Dan Tajug Dalam Adaptasi Terhadap Gempa	2024	• Mohhamad Kusyanto • Cristophorus Koesmartadi

Sumber: Analisa pribadi, 2024

Langkah berikutnya, menentukan prinsip-prinsip bangunan tahan gempa yang merujuk pada beberapa sumber, antara lain; 1). pedoman Dinas Pekerjaan Umum SNI 03-1726-2002, Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan dan RSNI T-02-2003; 2). Manual Bangunan Tahan Gempa, dan 3). Penelitian terdahulu mengenai bangunan tahan gempa. Setelah mengetahui dan mengklasifikasikan prinsip-prinsip apa saja yang dipertimbangkan, lalu prinsip-prinsip tersebut dipergunakan sebagai bahan untuk mengkomparasi keempat obyek rumah tradisional yang berada di wilayah Indonesia bagian barat.

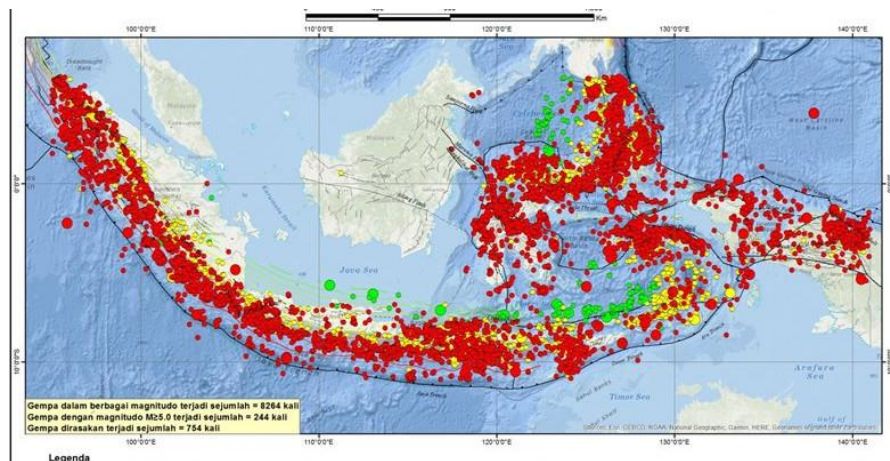
Tabel 2.
Daftar rumah tradisional yang diamati

No.	Obyek	Kota	Provinsi
1	Rumah Gadang	Minangkabau	Sumatra Barat
2	Rumah Baghi	Pagar Alam	Sumatra Selatan
3	Rumah Baduy	Pegunungan Kedeng	Banten
4	Rumah Joglo	Yogyakarta	Daerah Istimewa Yogyakarta

Sumber: Analisa pribadi, 2024

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas seismik di wilayah Indonesia barat seperti Jawa dan Sumatera sangat signifikan, dengan berbagai gempa bumi destruktif tercatat di wilayah tersebut (Sirait, et.al., 2020). Daerah ini mengalami tingkat seismisitas yang tinggi karena konvergensi dan subduksi lempeng Indo-Australia di bawah lempeng Sunda, menimbulkan bahaya gempa dan tsunami besar (Supendi, 2022). Studi terbaru berfokus pada urutan gempa bumi, pola gempa susulan, dan aktivitas patahan untuk memahami distribusi spasial dan temporal gempa bumi, seperti gempa Pasaman 2022 di Sumatera barat-tengah (Wulandari, 2023).



Gambar. 1
Peta penyebaran gempa bumi di Indonesia
Sumber: BNPB, 2020

Rumah-rumah tradisional di wilayah Indonesia barat yang dibangun dengan kearifan lokal menunjukkan bahwa metode konstruksi tradisional telah terbukti efektif dalam meningkatkan ketahanan bangunan terhadap bencana alam, terutama gempa bumi. Dengan mempelajari dan menganalisis rumah-rumah tradisional ini, kita dapat memperoleh wawasan yang berharga untuk mengembangkan bangunan modern yang lebih tahan terhadap gempa di Indonesia. Selain itu, memilih untuk membandingkan rumah tradisional juga dapat memberikan gambaran yang luas tentang keunggulan konstruksi lokal yang dapat diterapkan dalam metode konstruksi modern.

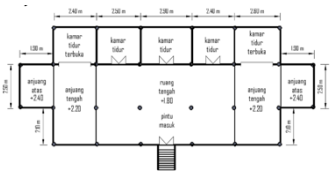
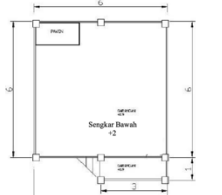
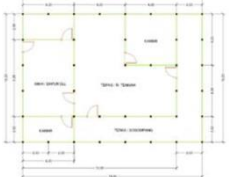
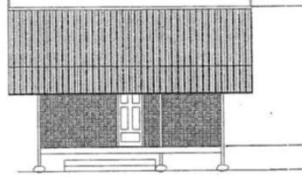
Proses klasifikasi prinsip-prinsip bangunan tahan gempa yang mengacu pada: 1). pedoman Dinas Pekerjaan Umum SNI 03-1726-2002, Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan dan RSNI T-02-2003; 2). Manual Bangunan Tahan Gempa, dan 3). Penelitian terdahulu mengenai bangunan tahan gempa, maka identifikasi "*Indigenous Knowledge*" atau

kearifan lokal pada rumah tradisional wilayah Indonesia barat dibagi menjadi 3 pembahasan, sebagai berikut:

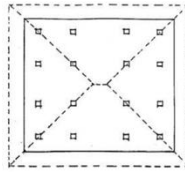
4.1. Denah dan Bentuk Bangunan

Rumah tradisional merupakan sebuah cerminan dari adaptasi dan pemahaman masyarakat lokal terhadap kondisi geografis lingkungan masing-masing daerah yang mereka tinggali. Dalam konteks geografis Indonesia yang rentan terhadap aktivitas seismik, masyarakat lokal telah mengembangkan berbagai teknik dan desain arsitektur yang efektif dalam menghadapi gempa bumi. Salah satu aspek penting dari desain tahan gempa adalah denah dan bentuk bangunan, aspek ini mencerminkan pemahaman mendalam terhadap karakteristik lingkungan sekitar. Berikut perbandingan dari beberapa rumah tradisional yang dijadikan objek pada penelitian ini.

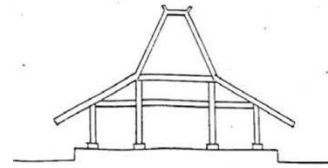
Tabel 3.
Denah dan Bentuk Bangunan Objek Amatan

No	Obyek	Denah	Bentuk
1	Rumah Gadang	 Sumber: Abidah (2023)	 Sumber: Abidah (2023)
2	Rumah Baghi	 Sumber: Rinaldi et.al (2015)	 Sumber: Rinaldi et.al (2015)
3	Rumah Baduy	 Sumber: Harapan (2019)	 Sumber: Harapan (2019)

4 Rumah Joglo



Sumber: Kusyanto & Koesmartadi (2024)



Sumber: Kusyanto & Koesmartadi (2024)

Sumber: Analisa pribadi, 2024

Perbandingan pada setiap objek bentuk bangunan dan bentuk denah rumah tradisional Indonesia bagian barat didapatkan bentuk bangunan yang beragam. Rumah tradisional tersebut memiliki perbedaan bentuk yang mencolok antara satu sama lain, hal ini mencerminkan kearifan lokal dan adaptasi dari setiap kondisi lingkungan setempat.

Objek rumah tradisional Indonesia bagian barat yang terletak pada pulau Sumatra pada penelitian ini yaitu rumah Gadang dan rumah Baghi. Rumah Gadang dari Sumatera Barat memiliki denah memanjang dengan ruangan-ruangan yang disusun secara linear, dengan setiap bagian rumah memiliki makna simbolis yang mendalam. Bentuk rumah Gadang tercermin dari atapnya yang melengkung tinggi dan aerodinamis untuk mengurangi tekanan dari gempa bumi. Sedangkan rumah Baghi dibangun dengan denah persegi yang berfungsi untuk memaksimalkan penggunaan ruang dan memastikan stabilitas struktural bangunan. Bentuk atap rumah ini bervariasi antara atap limas dan atap Joglo sederhana, yang keduanya dirancang untuk menghadapi cuaca tropis dan curah hujan yang tinggi.

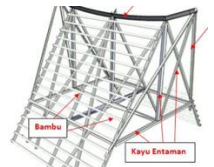
Objek rumah tradisional Indonesia bagian barat yang terletak pada pulau Jawa pada penelitian ini yaitu rumah Joglo dan rumah Baduy. Rumah Joglo memiliki denah persegi dengan empat pokok tiang yang dikenal sebagai "saka guru" di tengahnya. Denah ini dirancang untuk memberikan stabilitas struktural dan mendistribusikan beban secara merata. Bentuk rumah Joglo sangat khas dengan atap berbentuk Joglo yang berlapis-lapis dan puncak yang tinggi. Atap yang tinggi ini memberikan kesan megah dan terbuka, serta memungkinkan sirkulasi udara yang baik di dalam rumah. Sedangkan Rumah Baduy memiliki denah persegi panjang yang sederhana, dengan pembagian ruangan yang fungsional. Bentuk rumah Baduy sangat sederhana berupa rumah panggung, dengan tiang-tiangnya relatif pendek dibandingkan dengan rumah panggung di daerah lain. Bentuk atap pelana yang sederhana membantu dalam aliran air hujan dan memberikan perlindungan dari panas matahari.

4.2. Sistem Struktur, Konstruksi Bangunan dan Material

Rumah tradisional di berbagai daerah di Indonesia menunjukkan bagaimana kearifan lokal dapat diterapkan untuk menciptakan struktur yang

tidak hanya estetis tetapi juga fungsional dalam menahan gempa. Berikut perbandingan dari beberapa rumah tradisional yang dijadikan objek pada penelitian ini.

Tabel 4.
Struktur Bangunan pada Objek Amatan

No	Obyek	Struktur Atas	Struktur Tengah	Struktur Bawah	Material
1	Rumah Gadang	 Sumber: Wongso, et.al (2023) Menggunakan sistem rangka dengan konstruksi kuda – kuda. Komponen berupa Pucuk gonjong, Atap, Bubungan atap, sisik ikan, singok, rangka atap dan punco	 Sumber: Wongso, et.al (2023) Menggunakan sistem rangka kolom dan balok yang dilapisi oleh dinding. Dinding luar Dinding dalam, Dinding sasak, papan sakapiang bandua	 Sumber: Abidah (2023) Menggunakan batu umpak sebagai pusat tumpuan penahan ke tanah. Komponen berupa Batu sandi, Tiang, salangko, jarajak, jariau, rasuak, sigitan, palanca	Struktur utama menggunakan material kayu. Pondasi menggunakan lempengan batu alam. Untuk atap, menggunakan reng-reng atap bambu yang diikat dengan tali rotan. Penutup atap terbuat dari ijuk yang diikatkan pada reng dengan tali yang terbuat dari ijuk.
2	Rumah Baghi	 Sumber: Rinaldi et.al (2015) Menggunakan sistem rangka dengan konstruksi kuda – kuda. Komponen berupa gelagar, kasau dan reng	 Sumber: Rinaldi et.al (2015) Menggunakan sistem rangka kolom dan balok yang dilapisi oleh dinding. Komponen berupa, Kolom, Balok Inti, Paduan bawah dan Atas, Galar, Dinding dan Sake	 Sumber: Rinaldi et.al (2015) Menggunakan sistem panggung dengan bahan yang Berat. Komponen berupa umpak Batu, tiang Dudok, kitau.	Secara keseluruhan struktur utama rumah Baghi terbuat dari kayu Entaman, selain itu sebagai pengikat struktur menggunakan material rotan, penutup atap menggunakan rangka kayu gelam dengan material ijuk dan pondasi menggunakan pondasi batu alam
3	Rumah Baduy	 Sumber: Harapan (2019)	 Sumber: Harapan (2019)	 Sumber: Harapan (2019)	Struktur utama menggunakan rangka kayu, dengan penutup dinding menggunakan anyaman

	Menggunakan Konstruksi kuda-kuda dengan atap rangka. Komponen berupa rarakngki, sulah nyanda dan dua buah panglari	Menggunakan sistem rangka kolom dan balok yang dilapisi oleh dinding. Komponen berupa,kolom, balok, rangka dinding dan penutup dinding	Berbentuk rumah panggung dengan tinggi menyesuaikan kontur. Komponen berupa umpak, tiang dan balok lantai	bambu. Untuk lantai menggunakan bambu dan penutup atap menggunakan injuk, serta pondasi menggunakan material batu kali.	
4	Rumah Joglo	 <i>Sumber: Kusyanto & Koesmartadi (2024)</i> Menggunakan Konstruksi kuda-kuda dengan atap rangka. Komponen berupa tumpengsari	 <i>Sumber: Kusyanto & Koesmartadi (2024)</i> Menggunakan sistem rangka. Komponen berupa saka guru, saka rowo, rongrongan	 <i>Sumber: Kusyanto & Koesmartadi (2024)</i> Menggunakan sistem pondasi umpak	Material struktur dan non struktur pada bangunan Joglo secara keseluruhan menggunakan bahan dari kayu Jati. Untuk genteng menggunakan genteng berbahan baku tanah liat dan untuk pondasi umpak menggunakan material batu alam.

Sumber: Analisa pribadi, 2024

Dilihat dari rumah tradisional di Pulau Sumatra, Rumah Gadang menggunakan tiang-tiang kayu yang tinggi dan tidak tertanam langsung di tanah, tetapi diletakkan di atas umpak. Hal ini memungkinkan struktur rumah untuk bergerak bersama tanah saat gempa. Selain itu Rumah Baghi merupakan rumah panggung dengan tiang-tiang kayu yang ditopang oleh batu kali di atas permukaan tanah. Struktur ini memberikan fleksibilitas dan memungkinkan rumah untuk bergerak saat gempa

Dilihat dari rumah tradisional di Pulau Jawa, Rumah Joglo memiliki empat tiang utama (saka guru) yang terletak di tengah bangunan, memberikan dukungan struktural yang signifikan. Pondasi batu kali yang kuat dan stabil digunakan untuk menopang tiang-tiang ini. Selanjutnya, Rumah Baduy di Banten adalah rumah panggung dengan tiang-tiang pendek yang ditancapkan ke tanah tanpa menggunakan paku, tetapi diikat dengan tali ijuk. Teknik ini memungkinkan rumah untuk bergerak bersama tanah selama gempa. Rangka rumah terbuat dari kayu dan bambu yang diikat dengan tali ijuk, memberikan fleksibilitas yang tinggi. Dinding dari anyaman bambu yang ringan tetapi kuat, dan atap pelana yang sederhana membantu dalam distribusi beban dan aliran air hujan.

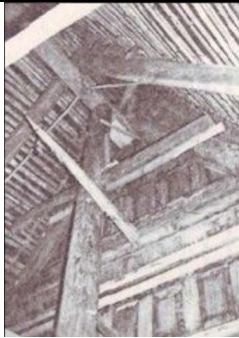
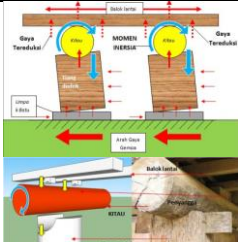
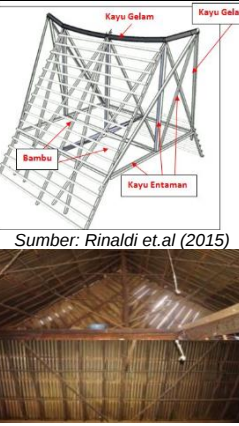
Sistem struktur rumah tradisional di Indonesia bagian barat dirancang dengan mempertimbangkan kearifan lokal dan adaptasi terhadap kondisi lingkungan. Penggunaan material lokal, struktur bangunan dan teknik konstruksi tradisional yang dapat mempertahankan fleksibilitas atau kelenturan bangunan menunjukkan bagaimana masyarakat setempat telah mengembangkan solusi arsitektural yang tahan lama dan fungsional. Desain rumah panggung dengan tiang-tiang penopang memungkinkan ruang untuk pergerakan dan mengurangi risiko kerusakan akibat pergeseran tanah. Struktur ini tidak hanya mencerminkan nilai-nilai budaya tetapi merupakan adaptasi dan penghargaan kepada alam lingkungan sekitar sehingga dapat memberikan desain perlindungan dan kenyamanan bagi penghuninya dalam menghadapi bencana alam seperti gempa bumi dan cuaca tropis.

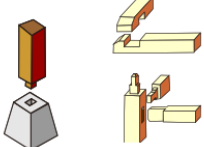
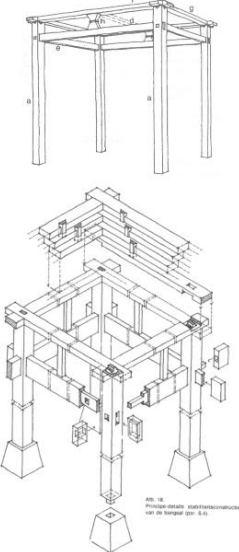
4.3. Sistem Sambungan Komponen Bangunan

Rumah tradisional di wilayah Pulau Sumatera, pada obyek amatan rumah Gadang, konstruksi rumah ini menggunakan sistem pasak yang terbuat dari kayu untuk mengunci antar komponen bangunan. Pasak kayu dimasukkan ke dalam lubang pada sambungan kayu untuk memudahkan perbaikan jika terjadi kerusakan tanpa membongkar seluruh bangunan. Sambungan ini menghindari tumpuan bersifat jepit, sehingga fleksibel dan dapat menyerap getaran gempa dengan baik. Dinding terbuat dari papan kayu yang dapat bergerak sedikit selama gempa, sementara atapnya yang melengkung tinggi membantu mengurangi tekanan saat terjadi gempa. Untuk rumah Baghi, teknik sambungan pada komponen struktur adalah pasak, letak, takik dan ikat, dimana sifatnya adalah sambungan goyang yang dapat memberikan adaptasi yang baik saat terjadi gempa. Dinding dari anyaman bambu atau papan kayu memberikan fleksibilitas yang lebih, sementara atap limas membantu mendistribusikan beban secara merata. Sambungan konstruksi dari rumah Baghi menunjukkan kemampuan kreatif dan artistik masyarakat adat Besemah.

Rumah tradisional di wilayah Pulau Jawa, pada obyek amatan rumah Joglo sambungan kayu menggunakan model purus dan cathokan digunakan untuk menyusun konstruksi tiang bangunan hingga rangka atap. Sambungan purus dan cathokan ini memiliki prinsip menghubungkan 2 batang kayu dengan olah bentuk yang dapat saling mengikat satu sama lain dengan penambahan pasak sebagai kunci sehingga menciptakan tumpuan persendian, hal ini memungkinkan pergerakan fleksibel selama gempa dan kemudahan *knockdown*. Sedangkan pada rumah Baduy, mayoritas sambungan pada bagian konstruksi rumah tradisional ini hanya menggunakan sambungan ikat memanfaatkan material tali dari ijuk. Konstruksi rumah baduy menghindari sambungan yang menggunakan paku, digantikan menggunakan pasak yang bersifat tumpuan sendi, sehingga dapat mempertahankan kelenturan dari bangunan.

Tabel 5.
Sistem Sambungan Komponen Bangunan pada Objek Amatan

No.	Obyek	Pondasi	Rangka Bag. Hunian	Rangka Atap
1	Rumah Gadang	 Sumber: Abidah (2023)	 Sumber: Abidah (2023)	 Sumber: Irwanda et.al (2023)
		Tiang panggung hanya diletakkan pada batu umpak menggunakan prinsip tumpuan roll.	Batang kayu rangka bangunan disambung menggunakan sistem pasak dengan prinsip tumpuan sendi.	Batang rangka atap (paran) disambung menggunakan pasak dan pin dengan prinsip tumpuan sendi.
2	Rumah Baghi	 Sumber: Rinaldi et.al (2015)	 Sumber: Rinaldi et.al (2015)	 Sumber: Rinaldi et.al (2015)
		Tiang panggung menggunakan sambungan letak yg. memiliki 2 tumpuan roll, pada sisi atas (pertemuan dengan rangka utama) dan sisi bawah (pertemuan dengan batu umpak).	Konstruksi yg. digunakan menggunakan prinsip knockdown berupa sambungan letak dan takik diperkuat dengan ikatan rotan, tanpa pasak dengan prinsip tumpuan sendi dan roll	Sambungan antara tiang atap dan tiang rumah menggunakan takik, sementara sambungan antara tiang rumah dan gelagar bubungan juga menggunakan takik dengan prinsip tumpuan sendi.

3	Rumah Baduy	 Sumber: Harapan (2019)	 Sumber: Harapan (2019)	 Sumber: Harapan (2019)
		Tiang kaki bangunan hanya diletakkan pada batu umpak menggunakan prinsip tumpuan roll.	Rangka utama bangunan menggunakan sambungan pasak dengan prinsip tumpuan sendi.	Komponen rangka atap menggunakan sambungan ikat dengan tali ijuk dengan prinsip tumpuan sendi, sehingga mendapatkan kelenturan bangunan.
4	Rumah Joglo	 Sumber: Kusyanto & Koesmartadi (2024)	 Sumber: Prihatmaji (2007)	 Sumber: Kusyanto & Koesmartadi (2024)

		Tiang utama bangunan dihubungkan dengan umpak menggunakan sambungan purus dengan prinsip tumpuan roll vertikal.	Tiang balok pada rangka utama bangunan menggunakan sambungan purus dan cathokan untuk mendapatkan kemudahan bongkar pasang dan kelenturan bangunan.	Komponen rangka atap joglo menggunakan sambungan purus dan cathokan dengan penguatan tambahan berupa pasak.
--	--	---	---	---

Sumber: Analisa pribadi, 2024

Prinsip dan teknik umum dalam konstruksi rumah tahan gempa pada rumah tradisional di wilayah bagian barat Indonesia semua menggunakan teknik sambungan kayu tradisional tanpa paku. Prinsip utama sambungan ini adalah modifikasi bentuk komponen strukturnya (batang kayu) yang dinamakan takik, dimana saling mengikat dan mengunci antar komponen yang dihubungkan. Penggunaan pasak, pin dan tali ijuk bertujuan sebagai penguat sambungan yang bersifat tidak kaku, dimana menghasilkan tumpuan non jepit yang dapat memberikan fleksibilitas pada keseluruhan wujud bangunan. Teknik sambungan ini memungkinkan bagian-bagian rumah untuk bergerak sedikit untuk menghindari terjadinya pecah atau retak pada sambungan material. Pondasi batu kali yang tidak tertanam dalam pada tanah (umpak) memberikan fleksibilitas tambahan, memungkinkan rumah untuk bergeser selama gempa tanpa menyebabkan kerusakan struktural yang signifikan. Sambungan pada rumah tradisional Indonesia ini selain untuk menghadapi gempa, juga memiliki fungsi khusus yaitu untuk memudahkan bongkar pasang saat perawatan dan perbaikan apabila terjadi kerusakan tanpa perlu membongkar keseluruhan bangunan.

5. KESIMPULAN

Secara keseluruhan, rumah tradisional di Indonesia bagian barat menunjukkan bagaimana masyarakat lokal telah mengembangkan solusi arsitektural yang tidak hanya memenuhi kebutuhan fungsional tetapi juga selaras dengan lingkungan alam dan budaya setempat. Kearifan lokal ini penting untuk dipelajari dan dilestarikan sebagai warisan budaya yang berharga serta sebagai contoh bagaimana arsitektur dapat beradaptasi dengan kondisi alam dan kebutuhan masyarakat.

Prinsip umum dari desain sistem struktur, konstruksi dan sambungan rumah tradisional yang menjadi amatan pada dasarnya menghindari tumpuan yang bersifat jepit. Rumah tradisional di Indonesia bagian barat hanya menggunakan dua buah tumpuan, yaitu sendi dan roll yang dapat mempertahankan sifat fleksibel/kelenturan dari bangunan (tidak kaku). Mulai dari bagian *sub-structure* hingga *upper-structure*, secara keseluruhan tidak menerapkan tumpuan jepit guna memberikan ruang dan kesempatan untuk tiap komponen bangunan dapat “bergerak” sedikit. Khusus pada bagian pondasi dari 4 obyek amatan, hanya rumah Joglo saja yang menerapkan

tumpuan roll vertikal berupa sambungan purus antara tiang dan umpak, ketiga rumah tradisional lain menerapkan tumpuan roll horisontal.

Kesederhanaan dari desain (denah dan bentuk), penggunaan material, sistem struktur, konstruksi dan sambungan mencerminkan daya cipta teknik dan seni yang tinggi dari masyarakat Indonesia bagian barat, selain untuk memenuhi fungsional dan selaras dengan lingkungan alam, hal tersebut juga bertujuan untuk memberikan fleksibilitas menanggapi bencana alam yang terjadi. Apabila terjadi bencana dengan kerusakan yang masih dapat diperbaiki, pemilik bangunan dapat dengan mudah melakukan bongkar pasang pada bagian bangunan yang rusak saja. Dengan sistem tersebut pemilik bangunan bahkan dapat memindahkan bangunannya (*knockdown*) untuk melakukan adaptasi terhadap lingkungan alam dalam tingkatan lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M., Antariksa, A., & Suryasari, N. (2012). Pola Ruang Dalam Bangunan Rumah Gadang Di Kawasan Alam Surambi Sungai Pagu– Sumatera Barat (Doctoral dissertation, Brawijaya University).
- Abidah, D. Y., Musthoffa, M. M., Hasanah, M., & Romadhani, O. (2023). Analisa Elemen–elemen Struktur Tahan Gempa Rumah Sederhana pada Arsitektur Nusantara Rumah Gadang. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 7(2), 367-376.
- Sirait, A. M. M., Meltzer, A. S., Waldhauser, F., Stachnik, J. C., Daryono, D., Fatchurochman, I., ... & Sembiring, A. S. (2020). Analysis of the 15 december 2017 mw 6.5 and the 23 January 2018 mw 5.9 java earthquakes. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 110(6), 3050-3063.
- Cooper, D. R., & Schindler, P. (2014). *Business research methods*. McGraw-hill.
- Harapan, A. (2019). Sistem Bangunan Rumah Tradisional Di Kampung Adat Baduy Luar Kadu Ketug, Kabupaten Lebak, Banten. *Jurnal Koridor*, 10(1), 35-47.
- Ibnu, Iwan Muraman. (2018). Tipologi Struktur dan Konstruksi Tradisional Studi Kasus; Rumah Baghi di Kabupaten Lahat Provinsi Sumatera Selatan. *Majalah Ilmiah Sriwijaya*, 30(17), 28-32.
- Kamurahan, S. R. (2018). Struktur Dan Konstruksi Rumah Panggung Masyarakat Kampung Jawa Tondano (Jaton) Ditinjau Dari Prinsip-Prinsip Bangunan Tahan Gempa. *Media Matrasain*, 15(1), 1-8.
- Kusyanto, Mohamad., Koesmartadi, Christoporus. (2024). Sistem Struktur Bangunan Arsitektur Jawa Joglo dan Tajug dalam Adaptasi Terhadap Gempa. *Jurnal Ilmiah Arsitektur*, 14(1), 46-54.
- Meutia, E. (2017). Pemetaan Sistem Struktur Konstruksi Rumah Tradisional Aceh dalam Merespon Gempa. *Jurnal Arsitektur dan Perkotaan "Koridor"*, 8(01).
- Supendi, P., Widiyantoro, S., Rawlinson, N., Yatimantoro, T., Muhari, A., Hanifa, N. R., ... & Damanik, R. (2023). On the potential for megathrust earthquakes and tsunamis off the southern coast of West Java and southeast Sumatra, Indonesia. *Natural Hazards*, 116(1), 1315-1328.
- Poerwadarminta W.J.S. (1976). *Kamus Umum Bahasa Indonesia*, PN Balai Pustaka, Jakarta.
- Prihatmaji, Y. P. (2007). Perilaku rumah tradisional Jawa" Joglo" terhadap gempa. *Dimensi: Journal of Architecture and Built Environment*, 35(1), 1-12.
- Rapoport, Amos. (2005). *Culture, Architecture, and Design*. Locke Science Publishing Company, Chicago.

- Rinaldi, Z., Purwantiasning, A. W., & Nur'aini, R. D. (2015). Analisa konstruksi tahan gempa rumah tradisional suku Besemah di Kota Pagaralam Sumatera Selatan. Prosiding Semnastek.
- Wulandari, R., Chan, C. H., & Wibowo, A. (2023). The 2022 Mw6. 2 Pasaman, Indonesia, earthquake sequence and its implication of seismic hazard in central-west Sumatra. *Geoscience Letters*, 10(1), 25.
- Suparmini, S., Setyawati, S., & Sumunar, D. R. S. (2014). Mitigasi bencana berbasis kearifan lokal masyarakat Baduy. *Jurnal Penelitian Humaniora*, 19(1).
- Sumintardja, D. (1978). *Kompendium Sejarah Arsitektur*. Yayasan Lembaga Penyelidikan Bangunan, Bandung.
- Wongso, J., Tela, I. N., Roza, F., & Afrimayetti, R. (2023). Kajian Identifikasi Kerusakan: Rumah Gadang di Perkampungan Adat Nagari Sijunjung. *Arsir*, 7(2), 143-157.
- Wiranto, W. (1999). ARSITEKTUR VERNAKULAR INDONESIA Perannya Dalam Pengembangan Jati Diri. *DIMENSI (Journal of Architecture and Built Environment)*, 27(2).