

Perbandingan Sistem Struktur Rumah Gadang Koto Piliang dan Bodi Caniago Terhadap Gempa

Elora Ivena¹, Reinaldo Nathanael William², Felicya Agustinanda³, Agus Dwi Hariyanto⁴

^{1, 2, 3} Mahasiswa Program Studi Magister Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Kristen Petra Surabaya

⁴ Program Studi Magister Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Kristen Petra Surabaya

¹b22220006@john.petra.ac.id, ²b22220007@john.petra.ac.id,
³b22220008@john.petra.ac.id, ⁴adwi@john.petra.ac.id

Abstract. The purpose of this study is to identify the comparison of structural systems from the vernacular architecture of Rumah Gadang, Koto Piliang and Bodi Caniago in response to Minangkabau local seismic, namely the stability of the building structure system against earthquakes. Research methods by collecting secondary data were used to determine the theoretical basis to be used in research, namely Minangkabau local seismic, the vernacular structure system of Rumah Gadang, and the joint that affects the structural system in responding to earthquake loads. Interpretation of earthquake load distribution and the effectiveness of structural systems in responding to earthquake loads is carried out by analyzing secondary data that has been collected.

Keywords: Gadang house, seismic, structure, vernacular.

Abstrak. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi perbandingan sistem struktur dari arsitektur vernakular rumah gadang Koto Piliang dan Bodi Caniago dalam merespon seismik lokal Minangkabau, yaitu kestabilan sistem struktur bangunan terhadap gempa. Metode penelitian dengan cara mengumpulkan data- data sekunder digunakan untuk menentukan landasan teori yang akan digunakan dalam penelitian, yaitu seismik lokal Minangkabau, sistem struktur vernakular rumah gadang, serta join yang mempengaruhi sistem struktur dalam merespon beban gempa. Interpretasi penyaluran beban gempa serta efektivitas sistem struktur dalam merespon beban gempa dilakukan dengan cara menganalisa dari data-data sekunder yang telah dikumpulkan.

Kata kunci: tiga hingga lima kata kunci dalam Bahasa Indonesia.

1. Pendahuluan

1.1. Kondisi Wilayah

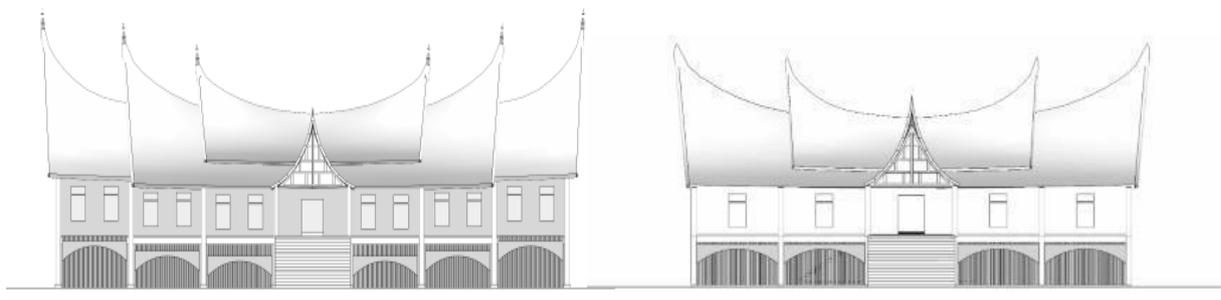
Kondisi wilayah Sumatera Barat berhadapan langsung dengan Samudera Hindia yang merupakan tempat pertemuan tiga lempeng besar dunia. Hal ini menyebabkan Sumatera Barat rawan dilanda oleh bencana gempa bumi. Dari data tahun 1961-2010, diketahui bahwa kasus terbanyak terjadi pada tahun 2003-2007 yakni sebanyak 505 kali dengan rata-rata rentang magnitudo 5,2-5,5 SR. Sedangkan gempa skala magnitudo tertinggi mencapai 8,8-9,1 SR dengan total 3 kasus [1]. Hingga saat ini, Sumatera Barat menjadi salah satu daerah di Indonesia yang paling sering terkena bencana gempa bumi. Kasus terbaru terjadi gempa pada februari 2022 dengan skala 6,2 SR di daerah Sumatera Barat. Melihat kondisi dan keadaan dari bentuk bangunan di Minangkabau, arsitektur vernakular Minangkabau bertujuan merespon kondisi geografis tersebut. Sistem struktur rumah gadang telah diperhitungkan sejak awal agar dapat tetap berdiri saat gempa terjadi.



Gambar 1. Lokasi pembagian *Luhak* (sumber mata air) pada wilayah Minangkabau beserta kelurahan (*lareh*) yang digunakan setiap *Luhak* (sumber: *google image*).

1.2. Rumah Gadang

Dilihat dari persebarannya, keselarasan Koto Piliang dan Bodi Caniago, Minangkabau dulunya merupakan satu kerajaan yang dipimpin oleh seorang Raja dan berpusat di Pariangan [2]. Setelah Raja tersebut wafat, ia digantikan oleh Panglima Raja, dimana dalam hal ini Raja dan Panglima memiliki keturunannya sendiri. Kedua keturunan ini masing-masing memiliki pengaruh yang berbeda, yakni secara demokrat atau sederajat yang akan membentuk keselarasan Bodi Caniago (keturunan panglima) dan secara aristokrat atau hierarki yang akan membentuk keselarasan Koto Piliang (keturunan raja) yang kemudian membentuk dua sistem adat berbeda. Perbedaan ini mengakibatkan perbedaan pola dan tatanan budaya setiap suku berdasarkan keselarasan yang dianut [3].



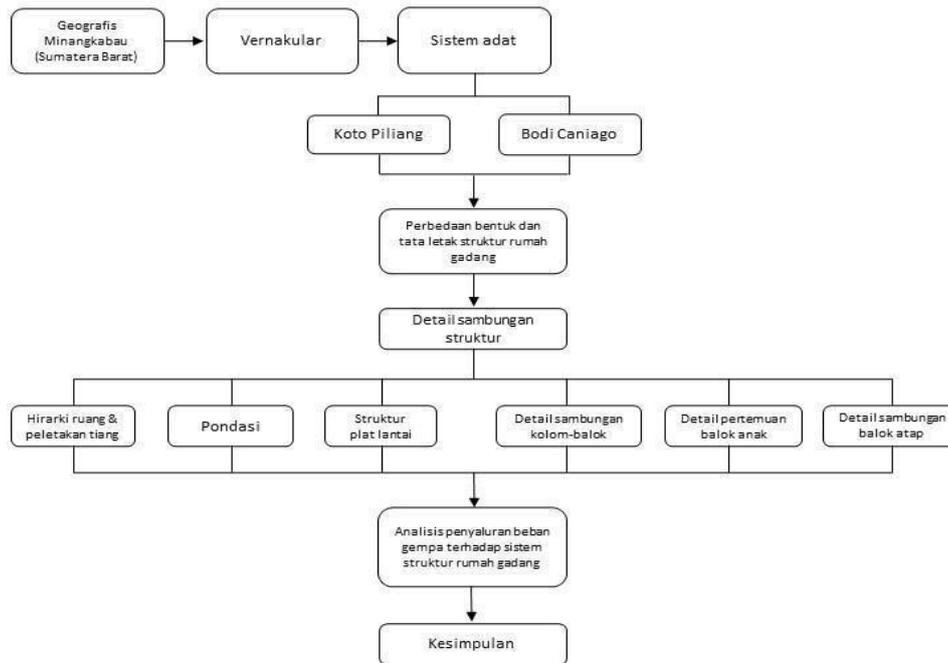
Gambar 2. Perbedaan Tampak pada Keselarasan Koto Piliang dan Bodi Caniago (digambar ulang berdasarkan [4])

Mengutip istilah Christopher Alexander dalam Suharjanto (2011), bahwa arsitektur vernakular memiliki hubungan yang erat dengan aspek-aspek tradisi. Tradisi dicerminkan melalui tatanan arsitektur, yaitu dari sistem persepsi ruang yang tercipta, jenis konstruksi, dan material [5]. Pada arsitektur vernakular, sistem joint dalam elemen struktur kayu secara tradisional dibuat dengan tempat sambungan yang fleksibel dan terjepit, penerapan sistem tersebut merupakan cara penyaluran gaya yang efektif dalam menghadapi gempa karena dalam jangka waktu tertentu dapat membuat sambungan menjadi lebih kencang dan secara efektif bertindak sebagai *pin joint*, memungkinkan terjadi beberapa gerakan terbatas di dalam sambungan. Konstruksi yang terdapat di arsitektur vernakular tahan gempa umumnya menunjukkan pengurangan jumlah bukaan dan tata letak atau bentuk denah yang simetri [6].

Rumah gadang merupakan salah satu arsitektur vernakular dengan model struktur panggung. Pondasi yang digunakan tidak ditanam dalam tanah tetapi dengan cara menempatkan tiang kolom di atas sebuah batu (*join geser*). Struktur arsitektur vernakular yang terbuat dari material kayu memiliki kemampuan untuk meredam getaran gempa secara efektif, fleksibel dan juga stabil. Kolom dan balok dihubungkan melalui sistem pasak sehingga tidak memerlukan paku untuk menghubungkan balok-balok kayu. Teknik pasak pada sambungan kayu membuat kayu dapat bergerak bebas seperti engsel pada jarak tertentu sehingga pada saat terjadi gempa balok-balok kayu tidak patah. Kolom pada rumah gadang biasanya menggunakan kayu keras yang dikenal dengan sebutan kayu juar [7]. Penerapan sistem struktur pada bentuk denah sederhana dan simetris dapat menahan gaya gempa lebih baik karena kurangnya efek torsi dan kekuatannya yang lebih merata [8]. Struktur bangunan yang stabil menunjukkan deformasi yang diakibatkan oleh beban pada umumnya kecil, dan gaya internal yang timbul di dalam struktur mempunyai kecenderungan mengembalikan bentuk struktur ke bentuk semula apabila bebannya dihilangkan. Agar suatu struktur stabil, harus ada sejumlah gaya atau momen yang diberikan oleh tumpuannya, salah satu cara adalah dengan menggunakan tumpuan jepit. Tumpuan jepit dapat menahan rotasi maupun translasi dalam arah mana pun. Dengan demikian, tumpuan ini dapat memberikan tahanan momen dan gaya dalam arah sembarang [9].

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode data sekunder dengan cara mengumpulkan data dari berbagai sumber seperti buku, jurnal, dan dokumentasi asli foto rumah gadang sebagai pendukung untuk mengetahui tatanan struktur pada rumah gadang Koto Piliang dengan Bodi Caniago. Analisis data dilakukan secara kualitatif untuk mengaitkan landasan teori dengan sistem struktur yang diterapkan pada rumah gadang. Data-data tersebut digunakan untuk membandingkan penyaluran beban pada sistem struktur pada kedua jenis rumah tersebut dalam merespon gempa. Selain itu penelitian ini juga memanfaatkan *software Sketchup* untuk memvisualisasikan sistem struktur Rumah gadang Koto Piliang dan Bodi Caniago.



Gambar 3. Kerangka Penelitian

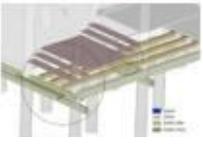
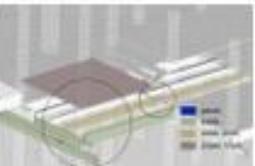
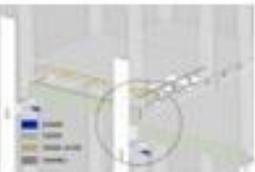
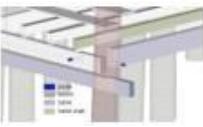
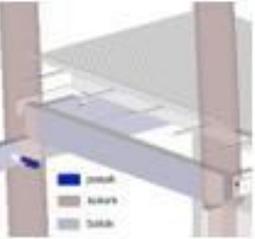
3. Hasil dan Pembahasan

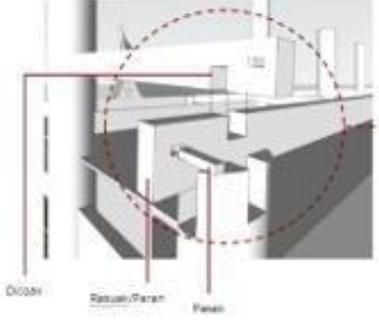
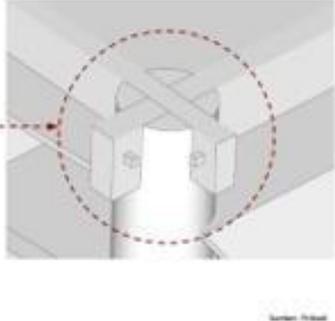
Rumah gadang dengan penerapan sistem kelarasan Koto Piliang (asas Aristokrat) disebut *Sitinjau Lauik*, dengan cirinya pada bagian ujung kiri dan kanan rumah diberi *anjuang* atau *anjungan*, yakni ruang terhormat pada Rumah gadang, yang ditunjukkan dengan perbedaan ketinggian beberapa puluh sentimeter dari permukaan lantai dari ruang yang lainnya. Karena *anjuang* tersebut, rumah aliran Koto Piliang disebut juga rumah *baanjuang* atau rumah berpanggung. Rumah gadang Kelarasan Koto Piliang / *Sitinjau Lauik* banyak terdapat di Luhak Datar (dipercaya sebagai tempat awal mula kerajaan dan kebudayaan Minangkabau).

Perbedaan pemahaman hirarki pada kedua sistem adat di Minangkabau mempengaruhi bentuk bangunan yang terbentuk sehingga terdapat perbedaan pada sistem penyusunan dan pemasangan terhadap pembentukan sistem struktur bangunan dalam menghadapi gempa. Untuk mengetahui pengaruh perbedaan sistem struktur tersebut, maka akan diuraikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Bentuk dan Sistem Struktur Bodi Caniago dan Koto Piliang

Bodi Caniago		Koto Piliang		Kesimpulan
Gambar	Keterangan	Gambar	Keterangan	
1. Hirarki Ruang & Peletakan Tiang (Denah 5 Ruang)				
	Tidak ada perbedaan level lantai karena tidak menganut sistem hirarki.		Terdapat perbedaan level lantai pada anjuang dan bilik belakang (kamar) sebagai hirarki paling tinggi dalam rumah.	Bodi Caniago tidak menganut sistem hirarki, sedangkan Koto Piliang menganut sistem hirarki. Terlihat pada perbedaan lantai bilik dan anjuang.

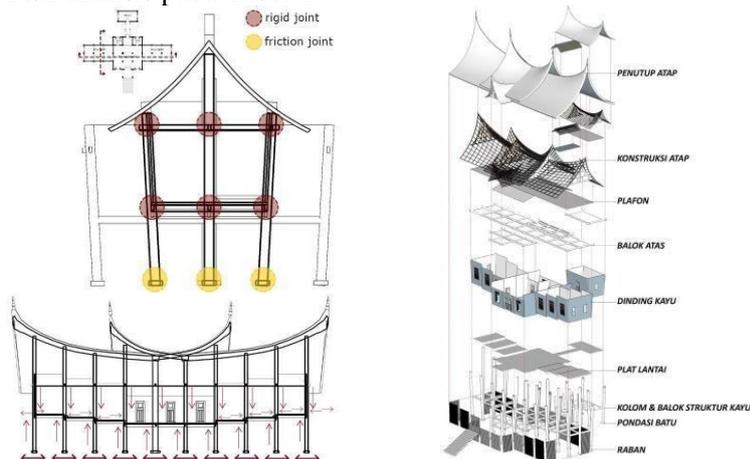
2.	Pondasi		 <p>Tidak terdapat Pondasi bertumpu perbedaan antara Bodi pada batu alam Caniago dan Koto tanpa dicor, Piliang sehingga kolom masih bisa bergerak menyesuaikan pergerakan gempa (friction joint).</p>	
3.	Struktur Plat Lantai			
	<p>Lantai papan kayu dipasak pada balok anak yang dipasang pada balok utama dengan cara dicoak.</p>		<p>Pemasangan lantai dari material papan kayu, secara sistem sama dengan bodi Caniago</p>	<p>Pemasangan lantai papan kayu dan bambu pada Koto Piliang dan Bodi Caniago kurang lebih sama, hanya terdapat perbedaan pada leveling anjuang.</p>
	<p>Bilah lantai bambu dipasang pada balok anak dengan bantuan pengaku berupa bilah bambu kedua (untuk mencegah bambu patah akibat dimensi yang kecil)</p>		<p>Pemasangan lantai dari material bambu, secara sistem sama dengan Bodi Caniago</p>	
4.	Rongga Angin pada Plat		 <p>Pada lantai kayu diberikan rongga lantai sebagai inlet udara. Biasa terdapat di ruang publik seperti anjuang, lanjar tengah, dan lanjar tepi.</p> <p>Rongga lantai tidak berpengaruh pada sistem struktur utama, namun tetap diberikan sebagai bentuk respon agar plat lantai tidak mudah terangkat saat tertiuip angin kencang.</p> <p>Tidak terdapat perbedaan antara Koto Piliang dan Bodi Caniago</p>	
5.	Detail Sambungan Kolom			
	<p>Kolom dicoak dan balok ditancapkan menembus kolom.</p> <p>Sedangkan untuk sambungan antar pertemuan balok dihubungkan menggunakan pasak kayu.</p>		<p>Secara pedoman pematangan, sambungan antar kolom dengan baloknya mirip sistem sambungan Bodi Caniago</p>	<p>Perbedaan pemasangan hanya terdapat pada bagian anjuang.</p>

6	Detail Pertemuan Balok Anak		
	<p>Detail ini termasuk sistem join kaku, dimana balok utama dicoak untuk meletakkan balok anak. Panjang balok anak hanya sepanjang 1 ruang (3 m) untuk menghindari balok patah karena terlalu panjang pada saat terjadi gempa.</p>		<p>Sistem pertemuan balok anak sama dengan rumah Bodi Caniago</p> <p>Sistem pertemuan balok anak pada Bodi Caniago sama dengan Koto Piliang.</p> <p>Meskipun termasuk dalam join kaku, namun struktur ini didesain agar dapat bergerak mengikuti pergerakan gempa.</p> <p>Pada ujung pertemuan balok anak dikunci dengan pasak untuk menjadi batasan agar tidak lepas dari tempatnya.</p>
7	Detail Sambungan Balok		
		<p>Sambungan balok atap merupakan join kaku. Balok dicoak dan dipasangkan ke kolom, kemudian dikunci menggunakan pasak kayu. Pasak kayu diberi jarak agar kayu masih dapat bergerak saat terjadi gempa.</p>	<p>Tidak ada dari pemasangan balok atap pada rumah Koto Piliang dan Bodi Caniago.</p>

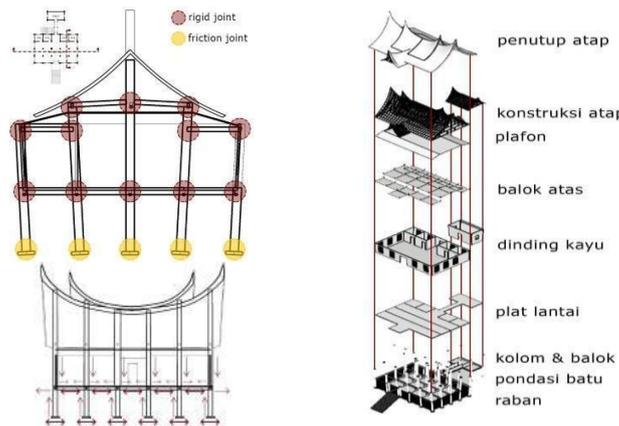
Sumber: analisis penulis, digambar dan diuraikan berdasarkan data berbagai sumber [10,11]

3.1. Skema Sistem Penyaluran Beban Gempa pada Struktur Kedua Bangunan

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 1:



Gambar 4. Sistem penyaluran beban & Aksonometri Koto Piliang (sumber : analisis penulis, digambar berdasarkan data berbagai sumber [12,13])

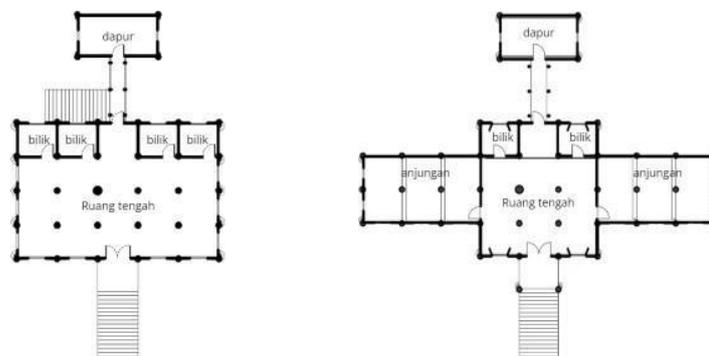


Gambar 5. Sistem penyaluran beban pada Bodi Caniago (sumber : analisis penulis, digambar berdasarkan data berbagai sumber [12,13])

Dari kedua skema tersebut, dapat disimpulkan bahwa penyaluran gempa pada struktur rumah gadang Koto Piliang (lihat gambar 5) dan Bodi Caniago (lihat gambar 6) telah direspon dengan baik. Selain itu dari perbandingan kedua skema diatas dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan bentuk denah yang cukup signifikan, yang menunjukkan bahwa Koto Piliang memiliki bentuk denah yang memanjang dan lebih ramping dibandingkan dengan Bodi Caniago. Hal ini akan dibahas pada poin berikutnya.

3.2. Pengaruh Bentuk Denah terhadap Penyaluran Beban

Bentuk denah Koto Piliang berbeda dengan denah Bodi Caniago karena memiliki anjungan yang memanjang dan memiliki ketinggian yang bertingkat pada sisi kanan dan kirinya. Selain itu, bentang struktur pada anjungan lebih kecil dibanding dengan bentang ruang utamanya. Kondisi ini menyebabkan kemungkinan perbedaan sistem struktur dalam merespon terjadinya gempa. Pada denah Bodi Caniago penyaluran beban struktur disalurkan ke arah kiri dan kanan secara merata, sedangkan pada Koto Piliang lebih kompleks karena terdapat sudut antara struktur anjungan dengan ruang utama. Meski pada sistem strukturnya telah diupayakan untuk menanggulangi gempa, secara denah Koto Piliang tetap lebih ramping dibandingkan dengan Bodi Caniago yang meningkatkan potensi terjadinya ketidakstabilan struktur.



Gambar 6. Perbedaan bentuk denah Bodi Caniago dan Koto Piliang (sumber penulis, digambar ulang berdasarkan [10])

4. Kesimpulan

Dari *literature review* dan parameter yang telah dianalisis, ditarik interpretasi mengenai sambungan-sambungan struktur yang digunakan pada kedua jenis rumah gadang tersebut. Kemudian dari interpretasi tersebut digambarkan skema untuk mengetahui penyaluran beban gempa terhadap struktur. Pada rumah gadang terdapat kombinasi penyaluran beban *rigid* dan *friction*, sehingga kolom dan balok yang bersifat kaku menopang badan bangunan sedangkan pondasinya bersifat geser untuk memberi ruang bagi struktur untuk bergerak dan menciptakan kestabilan saat terjadi gempa, yaitu struktur yang bergeser saat terjadinya pergerakan gempa tanpa terjadinya deformasi karena telah diberi pasak pada balok. Selain itu ditemukan bahwa faktor perbedaan bentuk denah juga berpengaruh terhadap kestabilan struktur rumah gadang. Koto Piliang memiliki bentuk denah yang lebih ramping dan memanjang dibandingkan dengan Bodi Caniago, yang secara tidak langsung berhubungan dengan sistem strukturnya. Hal ini menyebabkan Koto Piliang menjadi kurang stabil saat menerima getaran gempa pada sumbu Y (pergerakan ke depan dan belakang) dibandingkan dengan Bodi Caniago.

Referensi

1. Chasanah U, Madlazim, Prastowo T. Analisis Tingkat Seismisitas dan Periode Ulang Gempa Bumi di Sumatera Barat pada Periode 1961-2010. *Inovasi Fisika Indonesia*. 2013;2(2):1–5.
2. Ibenzani U. Perkembangan arsitektur III (Diktat kuliah, Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta, 1995. Unpublished). 1995.
3. Widya D. Kajian Arsitektur Rumah Tinggal Tradisional Minangkabau Nagari Panyalaian Kabupaten Tanah Datar [Thesis Magister Teknik Arsitektur]. [Semarang]: Universitas Diponegoro; 2001.
4. Gantino H. Rumah Gadang yang Tahan Gempa. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan; 2018.
5. Suharjanto G. Membandingkan Istilah Arsitektur Tradisional Versus Arsitektur Vernakular: Studi Kasus Bangunan Minangkabau dan Bangunan Bali. *ComTech: Computer, Mathematics and Engineering Applications*. Desember 2011;2(2):592–602.
6. Ortega J, Vasconcelos G, Correia MR. Seismic-resistant Building Practices Resulting from Local Seismic Culture. Dalam: *Seismic retrofitting: Learning from Vernacular Architecture*. Boca Raton, Florida: CRC Press; 2015.
7. Soesilo A. Arsitektur Tradisional: Adaptasi Sistem Struktur Rumah Gadang Terhadap Bencana Gempa Bumi. Program Studi Teknik Arsitektur Fakultas Teknik UNSRI; 2021.
8. Rinaldi Z, Purwantiasning AW, Nur'aini R. Analisa Konstruksi Tahan Gempa Rumah Tradisional Suku Besemah di Kota Pagaralam Sumatera Selatan. Dalam *Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta*; 2015.
9. Schodek DL, Bechthold M. *Structures*. Seventh edition. Boston: Pearson; 2014. 549 hlm.
10. Marthala AE. Rumah Gadang: Kajian Filosofi Arsitektur Minangkabau. *Humaniora*. 2013;
11. Oktavia AM, Prihatmaji Y. Tektonika Rumah Gadang sebagai Bentuk Struktur Konstruksi yang Ramah Gempa. Dalam 2019. hlm. 655–63.

12. Manthani K, Fauzan M. Desain dan Analisis Struktur Bangunan Adat Sumatera Barat Terhadap Ketahanan Gempa. Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor;
13. Rini JA, Numan I, Idham NC. Structural Performance and Constructional Phases of Rumah Gadang of West Sumatra, Indonesia. *Journal of FSMVU Faculty of Architecture and Design*. 2021;2(1):22–42.