

TIPOLOGI RUMAH ADAT DI NUSA TENGGARA TIMUR DENGAN KONSTRUKSI TAHAN GEMPA

Bayu Teguh Ujianto

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

Redi Sigit Febrianto

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

Amar Rizqi Afdholy

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

ABSTRAK

Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) rawan terjadi gempa karena berada pada pertemuan empat lempeng tektonik aktif dan berada di ring of fire. Oleh sebab itu dibutuhkan kearifan lokal berwujud konstruksi tahan gempa yang didefinisikan memiliki kelenturan struktur untuk bergerak ke berbagai arah saat terjadi guncangan, sehingga membantu meredam dampak gempa. Terdapat tiga tipe unit amatan rumah adat yang memiliki konstruksi tahan gempa di NTT, yaitu rumah adat 'Sao' di Flores, rumah adat Uma Mbatangu di Sumba Barat Daya, rumah adat Wae Rebo di Manggarai. Metode yang dipakai bersifat kualitatif dan berjenis deskriptif, karena berusaha mengeksplorasi dan mengkomparasi secara mendalam konstruksi rumah adat tahan gempa di NTT. Pada tahap analisis menggunakan studi literatur review pada 3 rumah adat di Nusa Tenggara Timur yang rawan bencana gempa, kemudian dikomparasi berdasarkan jenis strukturnya (struktur atas, struktur utama, struktur bawah). Hasil komparasi menyebutkan bahwa bangunan adat memiliki persamaan berupa penggunaan: sambungan rangka atap yang fleksibel, material ringan pada penutup atap, rangka kayu fleksibel dan dinding tidak bersifat struktural, sambungan sendi dan ikat bahan alam, struktur panggung, pondasi batu umpak.

Kata kunci: Rumah Adat, Konstruksi Tahan Gempa, Nusa Tenggara Timur

ABSTRACT

The province of East Nusa Tenggara (NTT) is prone to earthquakes due to its location at the convergence of four active tectonic plates and within the Pacific Ring of Fire. Therefore, local wisdom in the form of earthquake-resistant construction is needed, which is defined as having structural flexibility that allows movement in various directions during tremors, thereby helping to absorb the impact of the earthquake. There are three types of traditional houses in NTT that exhibit earthquake-resistant construction: the Sao house in Flores, the Uma Mbatangu house in

Southwest Sumba, and the Wae Rebo house in Manggarai. The research method used is qualitative and descriptive in nature, as it seeks to explore and deeply compare the earthquake-resistant construction of traditional houses in NTT. The analysis phase employs a literature review of the three traditional houses located in earthquake-prone regions of East Nusa Tenggara, then compares them based on structural components (upper structure, main structure, lower structure). The comparison results indicate that these traditional buildings share several similarities, including: the use of flexible roof frame joints, lightweight roofing materials, flexible wooden frameworks, non-structural walls, traditional joinery and lashing using natural materials, stilt structures, and stone pedestal foundations.

Keywords: Traditional House, Earthquake-Resistant Construction, East Nusa Tenggara.

1. PENDAHULUAN

Posisi geologis Indonesia sangat rawan gempa. Indonesia berada pada pertemuan empat lempeng tektonik aktif (Hastuti & Sadeli, 2024) dan berada di *Ring of Fire*, jalur pertemuan lempeng-lempeng tektonik seperti Indo-Australia dan Eurasia (Pratama & Wahyuningtyas, 2024). Banyak gempa besar dalam sejarah Indonesia telah menyebabkan kerusakan masif pada bangunan, menimbulkan korban jiwa, dan kerugian ekonomi (Hastuti & Sadeli, 2024). NTT sering mengalami gempa bumi akibat letaknya dekat jalur lempeng tektonik. NTT dipilih karena memiliki karakter unik dalam pengungkapan budaya tektonika (seni berkonstruksi) (Lake, 2015) dan teruji tahan terhadap gempa.

Kemiripan karakter iklim tropis dan tingkat kelembapan yang tinggi menjadi pondasi bagi pengetahuan arsitektur Nusantara, sekaligus membentuk kerangka pemikiran yang bersifat universal. Selain itu, kondisi alam Nusantara yang rentan terhadap bencana seperti gempa tektonik dan vulkanik, tsunami, serta angin kencang turut memperkuat identitas arsitektur Nusantara sebagai arsitektur yang tangguh dan adaptif terhadap lingkungan ekstrem (Susetyarto, 2019). Arsitektur Nusantara berkembang dengan pendekatan konstruksi yang responsif terhadap ancaman gempa bumi, berbeda dengan arsitektur Eropa yang dibangun dalam konteks wilayah tanpa aktivitas seismik signifikan. Arsitektur Nusantara juga menekankan aspek naungan sebagai respons terhadap iklim tropis, sementara arsitektur Eropa lebih menonjolkan fungsi perlindungan terhadap cuaca ekstrem. Perbedaan iklim turut memengaruhi pendekatan desain, di mana arsitektur Nusantara menyesuaikan diri dengan dua musim utama, sedangkan arsitektur Eropa harus merespons empat musim. Selain itu, konteks geografis Nusantara yang terdiri dari lautan dan daratan membentuk karakter arsitektur yang menyatu dengan keduanya, berbeda dengan arsitektur Eropa yang umumnya hanya berakar pada wilayah daratan (Sulistijowati, 2016).

Hal ini mendorong lahirnya rumah adat yang adaptif terhadap guncangan, seperti arsitektur di rumah adat 'Sao' di Flores (objek 1), rumah adat Uma Mbatangu di Sumba Barat Daya (objek 2), rumah adat Wae Rebo di Manggarai (objek 3).

Konstruksi adaptif terhadap gempa identik dengan istilah konstruksi goyang (konstruksi tanpa paku) merujuk pada jenis konstruksi di mana sambungan antar batang memiliki kemungkinan untuk bergerak atau mengalami kemiringan (tumpuan non jepit). Kemungkinan pergeseran ini terjadi karena sambungan tersebut tidak dipaku. Sebaliknya, jika sambungan dibuat dengan paku, maka fleksibilitasnya akan hilang dan sambungan menjadi kaku atau tidak bergerak. Metode sambungan kaku ini umumnya diajarkan dalam pendidikan formal di bidang pertukangan maupun arsitektur. Namun, dalam konteks bangunan tahan gempa, sistem konstruksi goyang justru lebih sesuai karena memberikan kelenturan struktur untuk bergerak ke berbagai arah saat terjadi guncangan, sehingga membantu meredam dampak gempa (Roosandriantini & Prijotomo, 2016).

Filosofi budaya rumah adat setempat dalam pembagian struktur "kepala–badan–kaki", di mana pondasi (kaki) tidak langsung menyatu dengan struktur atas, memungkinkan gerak independen dan adaptif terhadap guncangan. Di lain sisi, perkembangan teknologi modern dan dominasi arsitektur kolonial serta minimnya pengetahuan generasi muda menyebabkan arsitektur rumah adat dengan fitur adaptif terhadap gempa seperti ini makin jarang ditemukan. Faktor lainnya termasuk perubahan gaya hidup, preferensi material praktis dari industri, dan hilangnya pemahaman akan nilai budaya dan teknik konstruksi tradisional (Putri, Titisari, & Wikantiyoso, 2022). Penelitian ini bertujuan mengkaji tipologi rumah adat di Nusa Tenggara Timur yang adaptif terhadap gempa dan memiliki konstruksi tahan gempa dan juga potensi penggunaannya pada masa kini.

2. Kajian Pustaka

2.1. Keterkaitan Rumah Adat di NTT dengan Gempa Bumi

Keterkaitan Objek 1 (rumah adat 'Sao' di Flores) dengan gunung dan gempa, adalah sebagai berikut: warga masyarakat desa bena, Flores, NTT menyebut diri mereka sebagai "*anak keturunan gunung berapi (ana wolo)*" dan menghormati gunung seperti Gunung Inerie sebagai entitas ibu (ine rie = ibu agung). Ini menunjukkan kesadaran geologis dan spiritual terhadap potensi bencana alam termasuk gempa bumi (Susetyarto, 2013)

Keterkaitan Objek 2 (rumah adat Uma Mbatangu di Sumba Barat Daya) dengan gunung dan gempa adalah sebagai berikut: Pada desa Ratenggaro, Sumba Barat Daya, NTT, Filosofi hunian Uma Mbatangu mencerminkan bentuk gunung suci yang menjulang tinggi, sebagai simbol hubungan antara manusia, leluhur, dan dunia spiritual. Rumah ini dibagi menjadi tiga lapisan—bawah, tengah, dan atas—yang merepresentasikan kosmologi

alam semesta, seperti gunung dengan dasar, lereng, dan puncak. Bentuk vertikal yang menyerupai tubuh manusia dan sistem strukturnya yang fleksibel mencerminkan keteguhan dan kestabilan, sehingga secara simbolis dan struktural mencerminkan ketahanan terhadap gempa (Febrian, Asri, & Santoso, 2024).

Keterkaitan Objek 3 (rumah adat Wae Rebo di Manggarai) dengan gunung dan gempa adalah berupa filosofi hunian *Mbaru Niang* terhadap gunung dan gempa tercermin dari keyakinan masyarakat Wae Rebo bahwa tinggal di ketinggian mendekatkan mereka dengan leluhur dan Tuhan. Rumah dibangun mengikuti konsep makrokosmos — terdiri dari kaki, badan, dan kepala — yang mencerminkan hubungan harmonis antara manusia, bumi, dan langit. Struktur bangunan yang fleksibel dan terpisah, serta penggunaan sistem ikat, mencerminkan filosofi hidup berdampingan dengan alam, termasuk gempa, bukan melawannya. Dengan demikian, hunian dirancang untuk mengikuti irama alam dan menjaga keseimbangan kosmik (Pradipto & Tristanto, 2021)

2.2. Tipologi Struktur Rumah Adat di NTT

Pada objek rumah adat Sao di Flores (objek 1) dipahami dengan pendekatan antropomorfik, yaitu dibagi menjadi tiga bagian utama seperti tubuh manusia: kepala, badan, dan kaki. Struktur atas (kepala) disebut *zeta ulu*, meliputi atap rumah (*ubu sao*), yang biasanya berbentuk limasan tinggi dan terbuat dari material ringan seperti ilalang. Struktur utama (badan) disebut *zeta wekki* atau *zale wekki*, mencakup dinding rumah (*kebi ube kedu*) dan lantai panggung (*befa*), yang menjadi ruang aktivitas utama. Sedangkan struktur bawah (kaki) disebut *zale wa'i*, yaitu tiang-tiang panggung (*tere leke*) yang ditanam langsung ke dalam tanah dan menopang seluruh struktur di atasnya. Pembagian ini tidak hanya simbolik, tetapi juga fungsional dalam merespons kondisi gempa karena memberikan fleksibilitas dan stabilitas vertikal pada bangunan.

Rumah adat Uma Mbatangu (objek 2) di Sumba dibangun berdasarkan tiga susunan utama. Bagian terbawah disebut *kali kambunga*, yang berfungsi sebagai ruang penyimpanan peralatan atau kandang ternak. Di atasnya terdapat *uma bei*, yaitu area utama tempat tinggal sekaligus elemen struktural penopang bangunan. Bagian paling atas dikenal sebagai *uma deta*, yaitu menara atau loteng yang digunakan untuk menyimpan benda-benda sakral sebagai simbol kehadiran leluhur dan kepercayaan Marapu. Ketiga lapisan ini merepresentasikan struktur kaki–badan–kepala dalam sistem arsitektur rumah, yang mengandung makna simbolis dan fungsional.

Rumah adat *Mbaru Niang* (objek 3) di Wae Rebo dibangun berdasarkan konsep makrokosmos yang membagi struktur vertikal bangunan menjadi tiga bagian utama: kaki, badan, dan kepala. Bagian kaki merujuk pada ruang bawah atau kolong rumah, yang digunakan untuk

menempatkan hewan peliharaan dan sebagai tempat aktivitas produktif seperti menenun oleh para wanita pada siang hari. Di atasnya terdapat bagian badan, yaitu ruang tengah tempat manusia beraktivitas sehari-hari. Di sini terdapat kamar-kamar keluarga, dapur, serta ruang tamu, yang sekaligus menjadi pusat kehidupan sosial penghuni rumah. Bagian tertinggi disebut kepala, yakni ruang atas yang merupakan bagian dari atap bangunan. Ruang ini terbagi menjadi beberapa tingkatan yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan hasil panen, benih tanaman, stok makanan, hingga tempat meletakkan sesajian untuk leluhur. Pembagian kepala-badan-kaki ini tidak hanya mencerminkan fungsi struktural dan fungsional bangunan, tetapi juga mengandung makna spiritual dan budaya masyarakat Wae Rebo yang sangat menghormati hubungan antara manusia, alam, dan leluhur.

3. METODE PENELITIAN

Metode yang dipakai bersifat kualitatif dan berjenis deskriptif, karena berusaha mengeksplorasi dan mengkomparasi secara mendalam konstruksi rumah adat tahan gempa di Nusa Tenggara Timur. Pada tahap analisis menggunakan studi literatur review pada 3 rumah adat di Nusa Tenggara Timur yang rawan bencana gempa, kemudian dikomparasi berdasarkan jenis strukturnya (struktur atas, struktur utama, struktur bawah).

Tabel. 1
Daftar Rumah Adat yang Diamati

No.	Nama Rumah Adat	Lokasi	Sitasi
1	Sao'	Bena, Flores, NTT	(Susetyarto, 2013) Arsitektur Vernakular Keberlanjutan Budaya Di Kampung Bena, Flores. (Disertasi), Universitas Diponegoro, Semarang.
			(Achmad, Antariksa, & Nugroho, 2017) Kosmologi Ruang Vertikal Dan Horizontal Pada Rumah Tradisional (Sa'o) Desa Adat Saga, Kabupaten Ende, Flores. <i>Jurnal Teknik Arsitektur ARTEKS</i> , 1(2).
2	Uma Mbatangu	Ratenggaro, Kodi Bangedo, Sumba Barat Daya, NTT	(Febrian et al., 2024) Perbandingan Tektonika Pembentuk Sistem Modul Ruang di Rumah Vernakular Madura dan Sumba Barat. <i>ATRIUM: Jurnal Arsitektur</i> , 10(2), 139-156.
			(Winne & Wiriantari, 2020) Arsitektur Rumah Adat Tradisional Mbatangu Di Kampung Ratenggaro. <i>Jurnal Anala</i> , 8(1), 27-34.
3	Mbaru Niang	Wae Rebo, Manggarai, NTT	(Pradipto & Tristanto, 2021) Ketahanan sistem struktur bangunan terhadap angin studi kasus : Mbaru Niang di Desa Wae Rebo, Kabupaten Manggarai,

			NTT. <i>Jurnal Arsitektur Pendapa</i> , 4(1), 1-7.
			(Tandi & Adhimastra, 2019) Proses Pembangunan Dan Fungsi Ruang Rumah Niang Di Desa Wae Rebo. <i>Jurnal Anala</i> , 7(1), 17-23.

Sumber: Analisis (2024)

4. PEMBAHASAN

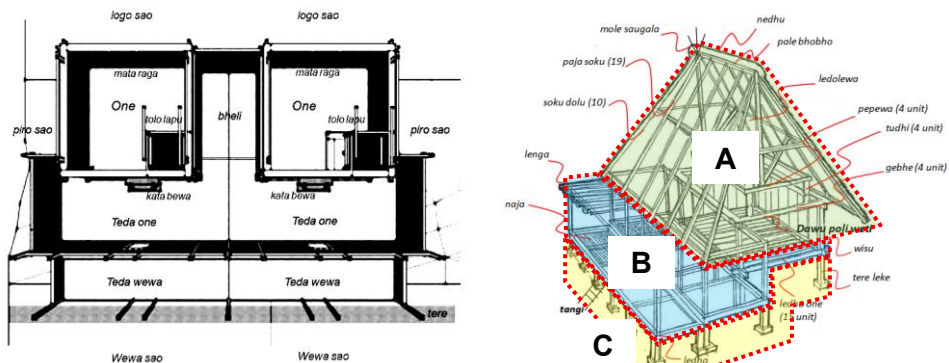
4.1. Bentuk Rumah Sa'o, Flores, NTT

Rumah Sao dalam masyarakat adat Ngada, Flores, memiliki peran yang sangat penting baik dari segi fungsi hunian, sosial, budaya, dan ritual, simbolik dan adaptasi terhadap iklim dan bencana termasuk gempa (Susetyarto, 2013). Rumah Sa'o juga dianggap representasi kosmologi hidup manusia, dengan ruang-ruang simbolisasi antara kepala (lulu), badan, dan pusat (puse ndawa), yang mencerminkan kesuburan, kehidupan, dan hubungan spiritual masyarakat lokal (Achmad et al., 2017)

Secara fungsional, Sao adalah tempat tinggal bagi keluarga inti atau keluarga besar dari satu garis keturunan. Rumah ini menjadi ruang utama untuk menjalani kehidupan sehari-hari, termasuk sebagai tempat beristirahat, memasak, serta menyimpan peralatan hidup. Di sisi lain, Sao juga menjalankan fungsi sosial, yaitu sebagai tempat berkumpulnya anggota keluarga untuk bermusyawarah, menyambut tamu, dan menjalankan kewajiban adat yang bersifat kekeluargaan. Rumah ini merepresentasikan status sosial dan struktur kekerabatan dalam masyarakat adat.

Selain itu, Sao memiliki fungsi budaya dan ritual yang sangat penting. Di dalamnya dilaksanakan berbagai upacara adat keluarga seperti upacara kematian, ritual panen, dan persembahan kepada leluhur. Rumah ini sering kali menyimpan simbol-simbol spiritual yang berkaitan dengan leluhur, dan secara hierarkis berada dalam satu kesatuan dengan bangunan adat lain seperti *ngadhu* dan *bhaga*, tergantung pada struktur kekerabatan keluarga yang menempatinnya. Dalam tataran simbolik, Sao memuat filosofi hidup masyarakat Ngada seperti konsep *ulu-eko* (kepala-ekor), *zeta-zale* (atas-bawah), dan *one-teda one-teda wewa* (inti rumah-serambi dalam-serambi luar), yang menjelaskan relasi antara ruang dan makna kosmologisnya.

Lebih dari sekadar bangunan fisik, Sao merupakan manifestasi nilai-nilai spiritual, budaya, dan identitas komunal. Bangunan ini juga menunjukkan kemampuan adaptasi terhadap lingkungan, karena dirancang menggunakan material lokal seperti kayu dan bambu, serta konstruksi yang fleksibel terhadap guncangan. Struktur panggung dan sambungan tanpa paku membuatnya tahan terhadap gempa, mencerminkan kearifan lokal dalam merespon kondisi geografis yang rawan bencana. Dengan demikian, rumah adat Sao adalah simbol keberlanjutan budaya dan ketahanan ekologis masyarakat adat Ngada.



Gambar. 1
Rumah Adat 'Sao', Flores, NTT
Sumber: (Susetyarto, 2013)

4.2. Bentuk Rumah Uma Mbatangu, Sumba Barat Daya, NTT

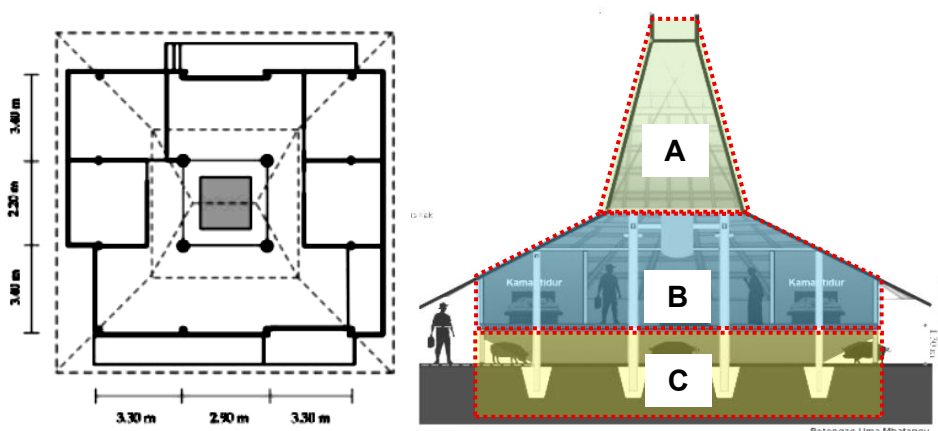
Rumah adat tradisional Sumba, seperti halnya rumah tradisional di berbagai wilayah Indonesia, umumnya dibangun dalam bentuk kelompok di mana rumah-rumah dalam satu kampung merupakan kumpulan dari satu atau beberapa sub-suku (*kabihu*) yang menggunakan sub-bahasa dan dialek yang sama. Permukiman di Sumba tersebar menyesuaikan kondisi geografis setempat, baik di dataran terbuka, padang, puncak bukit, lembah, wilayah pedalaman, maupun kawasan pesisir (Winne & Wiriantari, 2020). Rumah-rumah ini memiliki filosofi pembagian ruang menjadi bagian atas, tengah, dan bawah, di mana setiap bagian memiliki fungsi masing-masing. Uma Mbatangu, rumah adat khas masyarakat Sumba Barat Daya, merupakan wujud arsitektur vernakular yang memadukan fungsi sosial, budaya, adaptasi iklim dan mitigasi bencana secara holistik (termasuk gempa bumi).

Secara fungsional, rumah ini bukan sekadar tempat tinggal, tetapi juga menjadi pusat kehidupan keluarga besar, khususnya mereka yang berasal dari kasta lebih tinggi. Ruang dalamnya diatur berdasarkan pembagian gender dan hirarki, dengan area merapian sebagai pusat aktivitas domestik dan spiritual. Di dalam rumah ini berlangsung kegiatan sehari-hari seperti memasak, beristirahat, serta pelaksanaan ritual kepercayaan Marapu yang sakral (Febrian et al., 2024).

Dalam hal adaptasi iklim, Uma Mbatangu menunjukkan kecerdasan lokal dalam merespons lingkungan Sumba yang panas dan kering. Bentuk atapnya yang sangat tinggi dan lancip, mencapai lima kali tinggi manusia, berfungsi untuk menciptakan ventilasi silang alami dan mengalirkan udara panas ke atas, sekaligus menjadi ruang penyimpanan. Rumah ini dibangun dengan struktur panggung yang memungkinkan sirkulasi udara di bawah lantai, mengurangi kelembapan dan menjaga suhu ruang tetap nyaman. Lantai yang terbuat dari bilah bambu memiliki celah yang memungkinkan air

dan sisa dapur langsung jatuh ke tanah, menjaga kebersihan serta menghindari akumulasi kelembapan yang bisa merusak bangunan.

Lebih dari itu, Uma Mbatangu juga berfungsi sebagai sistem mitigasi bencana, khususnya gempa bumi. Struktur panggung dengan tiang-tiang kayu yang ditanam ke dalam tanah dan diurug batu cadas memberi kestabilan terhadap guncangan. Sambungan struktur menggunakan sistem ikat seperti *kalere* (tali hutan) dan sambungan *purus* (pasak kayu) yang fleksibel, memungkinkan bangunan bergerak tanpa merusak elemen struktural saat terjadi gempa. Penggunaan material lokal yang ringan seperti kayu Kadimbil dan bambu juga mengurangi beban bangunan secara keseluruhan, meningkatkan keamanannya saat terjadi gempa. Dengan demikian, Uma Mbatangu merupakan perwujudan nyata dari kearifan lokal yang tidak hanya menjawab kebutuhan budaya dan sosial, tetapi juga menunjukkan ketahanan ekologis dan struktural dalam menghadapi tantangan alam.



Gambar. 2

Rumah Adat Uma Mbatangu, Ratenggaro, Sumba Barat Daya, NTT

Sumber: (Febrian et al., 2024)

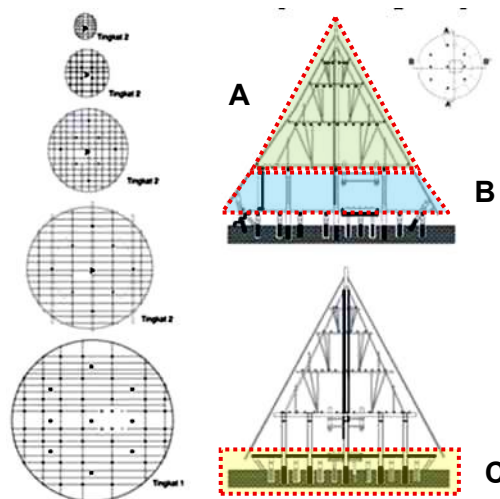
4.3. Bentuk Rumah Wae Rebo, Manggarai, NTT

Rumah adat *Mbaru Niang* di Wae Rebo memiliki fungsi utama sebagai tempat tinggal bersama bagi keluarga besar masyarakat Suku Manggarai, dengan satu bangunan biasanya dihuni oleh enam hingga delapan keluarga. Bagi masyarakat Wae Rebo, *Mbaru Niang* dipandang sebagai perwujudan dari identitas mereka, di mana setiap tingkatan ruang di dalamnya memiliki fungsi yang berbeda-beda (Tandi & Adhimastira, 2019).

Selain fungsi tempat tinggal, *Mbaru Niang* juga memiliki fungsi sosial dan budaya yang penting, yaitu sebagai pusat aktivitas adat dan spiritual masyarakat (Pradipto & Tristanto, 2021). Di dalamnya, terdapat pembagian ruang vertikal yang merepresentasikan filosofi makrokosmos: ruang bawah

(*kaki*) sebagai tempat hewan dan aktivitas produktif seperti menenun, ruang tengah (*badan*) sebagai area tinggal dan kehidupan sosial sehari-hari, dan ruang atas (*kepala*) sebagai tempat penyimpanan hasil panen serta ruang persembahan kepada leluhur. Tiang tengah yang disebut *tiang bongkok* menjadi poros sakral yang menghubungkan ketiga bagian tersebut dan menjadi pusat arah aktivitas spiritual dan sosial di dalam rumah.

Dari sisi mitigasi gempa, struktur *Mbaru Niang* dirancang secara cermat dengan teknologi sederhana namun efektif. Struktur utama terdiri dari sembilan tiang yang tertanam langsung ke tanah, dilengkapi dengan sistem sambungan sendi dan ikat tali yang fleksibel. Fleksibilitas ini memungkinkan bangunan merespons gaya seismik tanpa menyebabkan kegagalan struktural. Tiang tengah disambung secara modular antara *tiang bongkok* dan *tiang ngando* dengan sistem sendi yang tidak menerus, sehingga dapat meredam gaya tekan atau tarik vertikal akibat guncangan. Sistem pondasi *ceblokan* atau jepit memberi ketahanan lateral terhadap pergeseran, yang sangat penting di daerah rawan gempa. Dengan demikian, rumah adat ini bukan hanya warisan budaya, tetapi juga manifestasi kearifan lokal dalam menghadapi tantangan alam melalui desain arsitektural yang adaptif dan tangguh.



Gambar. 3
Rumah Adat Wae Rebo, Manggarai, NTT
Sumber: (Pradipto & Trisanto, 2021)

4.3. Konstruksi Tahan Gempa pada Struktur Atas

Ketiga rumah adat, yaitu *Mbaru Niang* dari Wae Rebo, *Uma Mbatangu* dari Ratenggaro, dan *Sao* dari Kampung Bena, memiliki sistem sambungan struktur yang fleksibel sebagai salah satu elemen utama ketahanan terhadap gempa. Sambungan fleksibel ini memungkinkan elemen-elemen struktur saling bergerak mengikuti arah gaya gempa tanpa menyebabkan

kegagalan struktur. Sistem ini bukan hanya sekadar teknis, melainkan juga bagian dari kearifan lokal yang telah diwariskan secara turun-temurun, terbukti mampu bertahan dalam kondisi geografis Nusa Tenggara Timur yang rawan gempa.

Ciri khas lain yang memperkuat fleksibilitas sambungan adalah tidak digunakannya paku maupun baut dalam konstruksinya. Sebagai gantinya, teknik ikat dan pasak kayu digunakan untuk menyatukan elemen struktural. Teknik ini tidak menciptakan sambungan kaku, sehingga memungkinkan bangunan untuk “bergerak bersama” saat menerima beban lateral dari gempa. Metode ini secara alami memberikan daya tahan lebih besar karena tidak menyalurkan getaran secara langsung ke titik-titik sambungan, melainkan menyebarkannya secara merata.

Selain itu, seluruh bangunan menggunakan material lokal yang ringan seperti kayu dan bambu. Bobot material yang ringan sangat membantu mengurangi gaya inersia saat terjadi guncangan, karena massa bangunan berbanding lurus dengan beban gempa yang diterima. Struktur ringan ini, ditambah sistem penyambungan yang adaptif, membuat rumah adat tersebut lebih tahan dibanding struktur konvensional modern berbahan beton bertulang yang kaku dan berat.

Yang tak kalah penting adalah adanya pembagian struktur vertikal menjadi tiga bagian, yaitu kepala, badan, dan kaki. Pembagian ini tidak hanya mencerminkan nilai kosmologis, tetapi juga berperan dalam distribusi beban vertikal dan lateral secara berlapis. Pada bagian atap, bentuknya dibuat tinggi dan adaptif, seperti kerucut atau menara, yang tidak hanya memberikan efek visual yang ikonik tetapi juga mengarahkan tekanan angin dan gaya seismik menjauh dari inti struktur. Keseluruhan sistem ini membuktikan bahwa prinsip-prinsip bangunan tradisional Indonesia sangat efektif dalam menghadapi tantangan lingkungan ekstrem seperti gempa bumi.

Tabel. 2
Konstruksi Tahan Gempa pada Struktur Atas

No.	Nama Rumah Adat	Struktur Atas (atap dan elemen di atas dinding)
1	Rumah Sao' Bena, Flores, NTT <i>Lihat Gambar. 1 bagian A (Susetyarto, 2013)</i>	Kata kunci tahan gempa: • Atap limasan menjulang besar→ bentuk ringan & mengalirkan beban vertikal • Material penutup atap yang ringan→ material dari bambu belah (<i>lenga</i>) dan ilalang (<i>keri</i>) • Bubungan atap (<i>nedhu</i>)→ tidak boleh terputus agar bubungan tidak bocor • Ruang atas terbuka→ dapat digunakan untuk penyimpanan & distribusi beban merata • Penopang atap terpisah dan tidak menyatu structural→ distribusi beban merata • Modular dan tidak terhubung langsung dengan bagian lain • Mahkota atap (<i>mole sau gala</i>)
2	Rumah Uma Mbatangu Ratenggaro, Kodi Bangedo, Sumba Barat Daya, NTT <i>Lihat Gambar. 2 bagian A (Febrian et al., 2024)</i>	Istilah lokal struktur atas: • <i>Uma Deta</i> Kata kunci tahan gempa: • Pongga Bakolo – empat kolom utama sebagai penopang struktur atap • Balok Lawiri – balok pengikat utama melintang • Balok Komikol – balok pengapit kasau • Kasau dan Gording – elemen rangka atap • Penutup atap – dari ijuk atau bahan ringan lainnya
3	Rumah Mbaru Niang Wae Rebo, Manggarai, NTT <i>Lihat Gambar. 3 bagian A (Pradipto & Trisanto, 2021)</i>	Istilah lokal: • <i>Lobo, Lentar, Lempa Rae, Hekang Kode</i> (ruang penyimpanan bertingkat dalam atap) Kata kunci tahan gempa: • Bentuk kerucut (aerodinamis, menstabilkan gaya horizontal) • Sambungan sendi (tiang <i>ngando</i> dengan tiang <i>bongkok</i>) → mengurangi efek tekuk • Tiang ngando bukan tiang tumpuan, tapi hanya sebagai penegak • Batang miring pongga ngando → distribusi gaya dari atap

Sumber: Analisis (2024)

4.4. Konstruksi Tahan Gempa pada Struktur Utama

Ketiga rumah adat yaitu *Mbaru Niang* dari Wae Rebo, *Uma Mbatangu* dari Ratenggaro, dan *Sao* dari Kampung Bena memiliki kesamaan penting dalam penggunaan material utama struktur yang ringan dan alami. Kayu dan bambu menjadi bahan utama yang dipilih karena memiliki massa jenis rendah dan elastisitas yang tinggi. Karakteristik ini menjadikan bangunan lebih aman ketika terjadi gempa, karena gaya inersia yang ditimbulkan oleh struktur ringan jauh lebih kecil dibanding bangunan dengan material berat seperti beton atau batu. Selain itu, bahan-bahan alami ini juga memiliki

kemampuan menyerap getaran dengan baik, sehingga tidak mudah retak atau runtuh saat mengalami tekanan lateral.

Dari segi kolom, ketiga rumah adat tersebut mengandalkan sistem kolom utama yang berdiri bebas dan tidak terikat kaku pada dinding atau lantai. Pada *Mbaru Niang*, sembilan tiang utama termasuk tiang tengah yang dianggap suci berfungsi sebagai penyangga utama dan poros bangunan. Demikian pula pada *Uma Mbatangu*, empat tiang utama menjadi pusat distribusi beban dari atap ke tanah. Sedangkan di *Sao*, kolom juga berfungsi sebagai elemen struktur vertikal yang fleksibel. Kolom-kolom ini biasanya tidak dipaku atau disatukan secara kaku dengan lantai atau pondasi, sehingga mampu merespons getaran gempa dengan pergerakan lentur yang justru memperkuat daya tahan bangunan.

Dinding pada ketiga rumah adat tersebut bersifat non-struktural, artinya tidak memikul beban dari atap atau lantai. Dinding biasanya dibuat dari anyaman bambu atau papan kayu yang hanya berfungsi sebagai pembatas ruang dan pelindung dari cuaca. Karena tidak berfungsi sebagai elemen penahan beban, kerusakan pada dinding tidak akan berdampak pada kestabilan struktur utama bangunan. Dalam konteks tahan gempa, hal ini menjadi keuntungan besar karena elemen non-struktural ini bisa diganti dengan mudah jika rusak, tanpa memerlukan rekonstruksi menyeluruh pada keseluruhan bangunan.

Struktur balok atau rangka horizontal pada ketiga rumah adat juga memiliki kesamaan, yaitu disusun tanpa sambungan kaku. Teknik penyambungan menggunakan ikat rotan, tali ijuk, atau pasak kayu yang memungkinkan elemen balok bergerak bebas dan mengikuti pergerakan vertikal maupun lateral akibat gempa. Balok-balok ini menyusun lantai panggung atau menjadi bagian dari kerangka atap, tetapi tetap mempertahankan kelenturan sistem secara keseluruhan. Dengan demikian, sambungan antar elemen bangunan menjadi lebih toleran terhadap deformasi dan getaran, menjadikan ketiga rumah adat ini sebagai contoh arsitektur vernakular yang adaptif terhadap risiko seismik.

Tabel. 3
Konstruksi Tahan Gempa pada Struktur Utama

No.	Nama Rumah Adat	Struktur Utama
		(kolom, balok, dinding, rangka bangunan)
1	Rumah Sao Flores, NTT <i>Lihat Gambar. 1 bagian B (Susetyarto, 2013)</i>	• Tiang utama: <i>beledang</i> • Rangka kayu fleksibel • Sambungan ikat rotan (tanpa paku logam) • Tanpa balok jurai luar • Konstruksi modular • Material lokal: kayu dan bambu • Sambungan elastis • Struktur ringan • Minim elemen kaku • Dinding tidak struktural

2	Rumah Uma Mbatangu Sumba Barat Daya, NTT <i>Lihat Gambar. 2 bagian B (Febrian et al., 2024)</i>	Istilah lokal: • <i>Pongga Bakolo</i> (empat kolom utama) • <i>Lawiri</i> dan <i>Komikol</i> (balok pengikat utama) Kata kunci tahan gempa: • Empat kolom utama bebas dari dinding → memungkinkan fleksibilitas pergerakan saat gempa • Sambungan purus dan ikatan tali hutan (kalere) → fleksibel, mampu meredam getaran • Rangka fleksibel dari kayu Kadimbil → kuat namun lentur, tidak mudah patah • Ruang tengah sebagai inti statis → berfungsi sebagai titik tumpu yang stabil
3	Rumah Mbaru Niang Wae Rebo, Manggarai, NTT <i>Lihat Gambar. 3 bagian B (Pradipto & Tristanto, 2021)</i>	Istilah lokal: • <i>Tiang Bongkok</i> (tiang pusat/suci), <i>Tiang Utama</i> (9 tiang) Kata kunci tahan gempa: • Struktur terpisah antara ruang tengah dan atas → gaya dari atas tidak langsung diteruskan ke ruang tengah • Tiang utama tertanam langsung ke tanah → stabilisasi vertikal • Tiang bongkok sebagai poros pusat, disambung sistem sendi • Sambungan fleksibel (ikat bambu) → meredam getaran • Konstruksi lantai tidak kaku terhadap tiang → ruang tinggal lebih stabil terhadap guncangan

Sumber: Analisis (2024)

4.5. Konstruksi Tahan Gempa pada Struktur Struktur Bawah

Ketiga rumah adat tersebut menggunakan sistem struktur bawah berbasis panggung, artinya bangunan tidak langsung menempel ke tanah melainkan ditopang oleh tiang-tiang utama yang berdiri di atas batu atau pondasi sederhana. Sistem ini memungkinkan bangunan “mengambang” secara struktural, sehingga getaran dari tanah akibat gempa tidak langsung tersalur ke seluruh elemen bangunan. Dengan adanya rongga antara lantai dan tanah, energi gempa sebagian teredam sebelum mencapai struktur atas.

Struktur pondasi pada rumah-rumah ini umumnya menggunakan batu alam sebagai tumpuan tiang utama, bukan pondasi menerus seperti pada bangunan modern. Pada *Mbaru Niang*, tiang utama langsung diletakkan di atas batu besar tanpa diikat secara kaku, sehingga memberikan fleksibilitas pergerakan saat gempa terjadi. Hal serupa juga ditemukan pada *Uma Mbatangu*, di mana struktur kaki bangunan tidak dikekang oleh beton, melainkan mengikuti pola konstruksi lepas pasang yang memungkinkan respons dinamis terhadap guncangan.

Rumah adat Sao di Kampung Bena juga memiliki sistem struktur bawah serupa, yaitu pondasi batu dan tiang kayu yang tidak terkunci secara kaku, melainkan hanya ditumpukan atau dikaitkan secara tradisional. Hal ini menciptakan efek isolasi alami, di mana struktur bawah bertindak sebagai semacam “peredam” yang memisahkan bangunan dari gerakan tanah secara langsung. Karena tiang tidak tertanam permanen dalam pondasi, bangunan dapat mengalami sedikit pergeseran tanpa merusak komponen utama lainnya.

Persamaan penting lainnya adalah penggunaan material lokal yang ringan untuk struktur bawah, seperti kayu utuh dan batu alam, yang bukan hanya mudah diperoleh dan dikelola, tetapi juga memiliki daya tahan alami terhadap deformasi. Dengan tidak adanya sambungan kaku dan sistem pondasi berat, ketiga rumah adat ini justru mampu bertahan lebih baik saat terjadi gempa bumi. Prinsip struktur bawah yang fleksibel, ringan, dan tidak permanen ini mencerminkan kearifan lokal dalam menghadapi kondisi geografis Nusa Tenggara Timur yang tergolong rawan gempa dan bencana alam lainnya.

Tabel. 4
Konstruksi Tahan Gempa pada Struktur Bawah

No	Nama Rumah Adat	Struktur Bawah (pondasi dan lantai)
1	Rumah Adat Sao Flores, NTT <i>Lihat Gambar. 1 bagian C (Susetyarto, 2013)</i>	• Pondasi batu kering (<i>watu laba</i>) • Tanpa semen (fleksibel terhadap pergeseran tanah) • Struktur panggung (ketinggian $\pm 0,8-1,2$ meter) • Ruang bawah rumah terbuka (peredam getaran) • Sistem non-monolitik (tidak kaku, tidak menyatu langsung dengan tanah) • Tangga kayu lepas (<i>semeda</i>)
2	Rumah Adat Uma Mbatangu Sumba Barat Daya, NTT <i>Lihat Gambar. 2 bagian C (Febrian et al., 2024)</i>	Istilah lokal: • <i>Kali Kambunga</i> (lapisan bawah rumah) Kata kunci tahan gempa: • Struktur panggung → meningkatkan jarak terhadap tanah, mengurangi risiko langsung saat gempa • Kolom ditanam dalam tanah dan diurug batu cadas → kokoh dan stabil • Tidak menggunakan dinding masif → mengurangi massa bangunan • Ruang bawah fleksibel (kandang/gudang) → memperkuat pemisahan antara tanah dan ruang tinggal
3	Rumah Adat Mbaru Niang Wae Rebo, Manggarai, NTT <i>Lihat Gambar. 3 bagian C (Pradipto & Tristanto, 2021)</i>	Istilah lokal: • <i>Kolong, Rede</i> (tangga bambu) Kata kunci ketahanan gempa: • Pondasi ceblokan (sistem jepit) → tidak mudah bergeser oleh angin/gempa • Struktur jepit memberi ketahanan lateral • Tiang tertanam dalam tanah tanpa umpak • Tidak ada sambungan langsung dari tanah ke atap → memutuskan jalur rambat gaya

Sumber: Analisis (2024)

4.6. Penggunaan Kearifan Lokal Tahan Gempa pada Masa Kini

Kearifan lokal berupa konstruksi tahan gempa perlu upaya pelestarian agar tidak punah. Hal tersebut dapat dilakukan melalui pewarisan nilai-nilai budaya dan pengetahuan konstruksi tradisional kepada generasi muda, baik secara lisan maupun melalui pendidikan formal dan nonformal. Pengembangan kearifan lokal juga dapat dilakukan dengan cara mengadaptasi prinsip-prinsip konstruksi vernakular—seperti penggunaan material lokal, struktur panggung, dan sambungan fleksibel—ke dalam desain arsitektur modern yang tetap memperhatikan konteks budaya dan lingkungan setempat. Pendekatan ini harus melibatkan kolaborasi antara masyarakat adat, akademisi, dan pemerintah, agar transformasi nilai-nilai tradisional dapat terjadi tanpa menghilangkan substansi budaya aslinya,

sekaligus menjadikannya relevan dan aplikatif dalam konteks pembangunan masa kini yang berorientasi pada ketahanan bencana (Susetyarto, 2019).

Agar pengembangan kearifan lokal pada Uma Mbatangu sebagai konstruksi tahan gempa di masa kini dapat dilakukan dengan mengadaptasi prinsip tektonika tradisional ke dalam sistem modular modern tanpa menghilangkan nilai budaya dan bentuk aslinya. Strategi ini mencakup pelestarian sistem struktur panggung, penggunaan material lokal ringan, serta sambungan fleksibel seperti ikatan tali (kalere) dan purus, yang terbukti efektif meredam getaran gempa. Selain itu, penerapan prinsip *modulor* yang mempertimbangkan skala tubuh manusia dalam desain ruang dan struktur, dapat dipadukan dengan teknologi konstruksi saat ini untuk menciptakan replika-replika hunian Uma Mbatangu yang berkelanjutan, aman, dan relevan bagi generasi sekarang tanpa kehilangan identitas aslinya.

Agar kearifan lokal konstruksi tahan gempa dan tahan angin seperti pada *Mbaru Niang* tidak punah, perlu dilakukan pengembangan melalui pelestarian teknologi tradisional yang tepat guna dengan cara mendokumentasikan sistem struktur dan teknik sambungan tradisional, serta mengintegrasikannya dalam pendidikan arsitektur dan konstruksi masa kini. Selain itu, pendekatan adaptif dapat dilakukan dengan mengombinasikan prinsip-prinsip lokal seperti struktur fleksibel, sistem ikat, dan bentuk kerucut yang aerodinamis dengan material serta teknologi modern tanpa menghilangkan nilai budaya dan makna simboliknya. Upaya ini juga harus melibatkan partisipasi masyarakat lokal agar pengetahuan turun-temurun tetap terjaga dan relevan di tengah tantangan pembangunan kontemporer (Pradipto & Tristanto, 2021).

Meskipun kearifan lokal dalam arsitektur tahan gempa terbukti efektif dan kontekstual, pemanfaatannya masih terbatas dan terpinggirkan. Oleh sebab itu kearifan lokal tahan gempa perlu dimasukkan ke dalam pendidikan formal, upaya revitalisasi lewat adaptasi teknologi, pemahaman lintas disiplin antara arsitektur, teknik sipil, dan kebijakan kebencanaan (contoh: RISHA) (Hastuti & Sadeli, 2024). Kearifan lokal konstruksi yang tahan gempa harus diolah dan diintegrasikan dengan teknologi modern (Pratama & Wahyuningtyas, 2024)

5. KESIMPULAN

Ketiga rumah adat Nusantara — *Mbaru Niang*, *Uma Mbatangu*, dan *Sao* — memiliki kesamaan dalam struktur atas, struktur utama, dan struktur bawah yang menjadikannya tanggap terhadap gempa. Struktur atas dirancang dengan bentuk atap tinggi dan ringan yang mampu meredam tekanan vertikal, sementara struktur utama terdiri dari kolom bebas dan sambungan fleksibel tanpa paku yang memungkinkan bangunan bergerak mengikuti getaran gempa tanpa kerusakan. Struktur bawah pada ketiganya

menggunakan sistem panggung dengan pondasi batu alami dan tiang kayu yang tidak dikunci secara kaku ke tanah, menciptakan isolasi alami dari pergerakan tanah. Kesatuan ketiga elemen ini mencerminkan sistem konstruksi tradisional yang sangat adaptif terhadap lingkungan seismik.

Agar kearifan lokal dalam konstruksi tahan gempa tidak punah, diperlukan upaya pelestarian yang berkelanjutan melalui pewarisan nilai-nilai budaya dan pengetahuan konstruksi tradisional kepada generasi muda. Pewarisan ini bisa dilakukan secara lisan melalui cerita, praktik langsung, maupun secara formal melalui pendidikan arsitektur dan teknik bangunan di sekolah, universitas, serta pelatihan nonformal berbasis komunitas. Dokumentasi sistematis, revitalisasi rumah adat, dan integrasi kurikulum lokal dalam pendidikan menjadi langkah strategis untuk memastikan bahwa keunggulan teknis dan filosofis dari konstruksi vernakular tetap hidup dan berkembang dalam konteks arsitektur masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Z. H., Antariksa, & Nugroho, A. M. (2017). Kosmologi Ruang Vertikal Dan Horizontal Pada Rumah Tradisional (Sa'o) Desa Adat Saga, Kabupaten Ende, Flores. *Jurnal Teknik Arsitektur ARTEKS*, 1(2).
- Febrian, A., Asri, A., & Santoso, C. (2024). Perbandingan Tektonika Pembentuk Sistem Modul Ruang di Rumah Vernakular Madura dan Sumba Barat. *ATRIUM: Jurnal Arsitektur*, 10(2), 139-156.
- Hastuti, S. P., & Sadeli, E. H. (2024). *Kearifan Lokal dalam Pendidikan Mitigasi Bencana: Rumah Panggung di Berbagai Daerah di Indonesia dalam Mitigasi Bencana Gempa Bumi*. Paper presented at the Proceedings of Webinar International Globalizing Local Wisdom: Integrating Cultural Heritage into Science and Humanities Education.
- Lake, R. C. (2015). Budaya Tektonika Wologai Endenusa Tenggara Timur *Jurnal ATRIUM*, 1(2), 151-166.
- Pradipto, E., & Tristanto, K. (2021). Ketahanan sistem struktur bangunan terhadap angin studi kasus : Mbaru Niang di Desa Wae Rebo, Kabupaten Manggarai, NTT. *Jurnal Arsitektur Pendapa*, 4(1), 1-7.
- Pratama, M. R., & Wahyuningtyas, A. (2024). Identifikasi Kearifan Lokal Terhadap Desain Rumah Tradisional Tahan Gempa: Studi Kasus pada Rumah Suku Baduy. *Jurnal Menara*, 12(3).
- Putri, P. A., Titisari, E. Y., & Wikantiyoso, R. (2022). Structural System and Local Cultural Wisdom in The Traditional Architecture of Kenali Lampung Which is Currently Starting to be Rare. *LOCAL WISDOM*, 14(1), 106 -115.
- Roosandriantini, J., & Prijotomo, J. (2016, 27-28 September 2016). *Konstruksi Goyang (Konstruksi Tanpa Paku) sebagai Terapan*

- Firmitas Di Arsitektur Nusantara*. Paper presented at the Seminar Nasional Jelajah Arsitektur Tradisional (SEMNASTRAD), Makassar.
- Sulistijowati, M. (2016). *Struktur di Arsitektur Nusantara*. Paper presented at the TEMU ILMIAH IPLBI 2016, Malang.
- Susetyarto, M. B. (2013). *Arsitektur Vernakular Keberlanjutan Budaya Di Kampung Bena, Flores*. (Disertasi), Universitas Diponegoro, Semarang.
- Susetyarto, M. B. (2019). *Menggagas Industri Kreatif Arsitektur Nusantara* Paper presented at the Seminar Nasional Pakar ke 2 Tahun 2019.
- Tandi, K. T., & Adhimastra, I. K. (2019). Proses Pembangunan Dan Fungsi Ruang Rumah Niang Di Desa Wae Rebo. *Jurnal Anala*, 7(1), 17-23.
- Winne, S. B., & Wiriantari, F. (2020). Arsitektur Rumah Adat Tradisional Mbatangu Di Kampung Ratenggaro. *Jurnal Anala*, 8(1), 27-34.