



ARSITEKTURA

JURNAL ILMIAH ARSITEKTUR DAN LINGKUNGAN BINAAN

ISSN 1693-3680

E-ISSN 2580-2976

available online <https://jurnal.uns.ac.id/Arsitektura>



9 772580 297002

Volume 20 Issue 1 April 2022, pages:19-30

Tahapan Konstruksi dan Logika Struktur Rumah Adat Sa'o di Dusun Doka, Nusa Tenggara Timur

Construction Stages and Structural Logic of Doka Traditional House, Nusa Tenggara Timur

Ferdy Sabono

Program Studi Arsitektur, Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta

ferdy_sabono@staff.ukdw.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.20961/arst.v20i1.58155>

Received: January 4,2022 Revised: January 23,2022 Accepted: January 24,2022 Available online: April 30,2022

Abstract

Traditional architecture in Doka called Sa'o (traditional house) has a unique physical identity in the form of structure and construction. Even though it looks simple, the structure of the foundation, the body, and the roof is able to provide strength and stability to the building. If we are looking back to see how to build a traditional house in the past, the trial and error strategy becomes a method of logical thinking by understanding the principles of building structures. For this reason, this study aims to determine the logical thinking of structural principles by identifying all steps of construction and every structural element obtained through field observations. The results show that the form of structure and construction steps at the traditional house (Sa'o) has considered the principle of load distribution and the response to the styles that influence it. That's why this research became more interesting as a knowledge to understand the logic of thinking of those people while creating an architectural concept.

Keywords: *Doka traditional house; Nusa Tenggara Timur; Sa'o traditional house*

1. PENDAHULUAN

Konteks berarsitektur di dusun Doka sangat berhubungan erat dengan aspek sosial budaya masyarakat yang diwujudkan dalam karya arsitektur tradisional rumah adat atau *Sa'o*. *Sa'o* dipandang sebagai sebuah identitas budaya yang diwujudkan dalam bentuk fisik yang diwariskan secara turun-temurun ke setiap generasi. Perwujudan tersebut diperoleh melalui proses menemukan, merangkai, hingga menghasilkan sebuah karya arsitektur yang dimaknai sebagai identitas kebudayaan fisik yang memiliki ciri khas. Identitas tersebut dapat

dikenali lewat bentuk atap, proporsi bangunan, ukuran hingga karakteristik bentuk struktur dan konstruksinya. Sudarwani dan Widhijanto, (2019) mengemukakan bahwa salah satu ciri fisik arsitektur tradisional adalah pada bentuk struktur dan konstruksi yang mudah untuk dikenali dan ditandai sebagai identitas yang unik dan spesifik. Rifai, A.J, (2010) menyebutkan bahwa kegiatan merumuskan bentuk fisik tersebut merupakan sebuah proses yang panjang berdasarkan pengalaman observasi atau percobaan yang diwariskan secara turun temurun sehingga sangat penting untuk mengetahui pemikiran logis dibalikinya

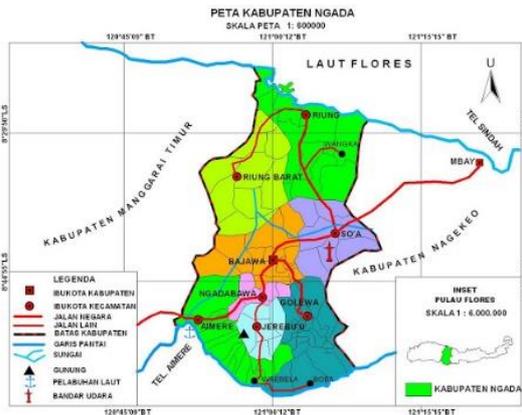
Mempelajari arsitektur tradisional tidak terlepas dari kegiatan mengetahui dan memahami bentuk fisik struktur dan konstruksi. Arsitektur tradisional dimulai dengan pengalaman teknik pertukangan sehingga lebih mengutamakan pada kekuatan dan kestabilan serta fungsional. Salvadori, M, (1980) menjelaskan bahwa di masa lalu, struktur bangunan didirikan dengan sistem *trial and error* (mencoba dan meralat), dimana dari beberapa kegagalan dan percobaan kemudian ditemukan hasil yang menunjukkan batas kekuatan sebuah struktur. Hal ini menunjukkan bahwa proses eksperimental dalam menemukan bentuk struktur ditemukan berdasarkan pertimbangan akan logika yang digunakan dalam mengambil keputusan memilih jenis rancangan struktur yang tepat. Meskipun menggunakan sistem struktur yang terlihat sederhana, namun hingga saat ini arsitektur tradisional *Sa'o* masih difungsikan sebagai rumah atau tempat tinggal bagi masyarakat di dusun Doka. Salah satu faktor yang menyebabkan *Sa'o* mampu bertahan secara fisik sebagai bangunan adalah pada keberhasilan peran struktur dan konstruksinya. Keberhasilan peran struktur menurut Ching, D.K. F. (2012) merupakan kesesuaian sebuah rangkaian yang stabil dari beberapa elemen struktural yang dirancang dan dikonstruksikan sebagai fungsi yang utuh untuk menyalurkan beban tanpa adanya kerusakan pada elemen-elemen utamanya. Selain itu, salah satu kekhasan dari struktur dan konstruksi arsitektur tradisional pada umumnya menurut Prijotomo, J. (2018) adalah pada bentuk konstruksi goyang yang memungkinkan bangunan dapat bergerak stabil saat terjadi gaya tanpa mengalami kerobohan/kerusakan. Bila dikaitkan pada kondisi fisik rumah adat *Sa'o* hingga saat ini, belum pernah ditemukan adanya kasus terkait kerusakan atau kegagalan pada struktur bangunan sejak didirikan. Kerusakan yang ditemukan masih tergolong kerusakan minor, misalnya; mengganti bahan penutup atap jerami yang diganti setiap 10 tahun sekali untuk mengatasi kebocoran atap. Selebihnya, kerusakan akibat pembebanan pada struktur ataupun gaya gempa belum pernah terjadi selama hampir ratusan tahun.

Fenomena ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara pemikiran yang logis dalam mendesain sistem struktur dengan tingkat keberhasilan performa *Sa'o*. Pemikiran logis yang dimaksudkan adalah pemahaman akan logika dasar tentang prinsip-prinsip penyaluran beban dan gaya yang memberikan reaksi terhadap struktur bangunan. Pada prinsipnya, sebuah bangunan dikatakan dapat didirikan dan mampu menahan beban adalah apabila dalam rancangannya memperhatikan prinsip stabilitas yang tinggi (Frick, H., Purwanto, LMF, 2007). Pembebanan pada bangunan (misal; beban hidup, mati, angin dan gempa) akan sangat mempengaruhi kekuatan dan kestabilan struktur bangunan sehingga ketepatan dalam memilih dan menentukan jenis sistem struktur menjadi kunci keberhasilan dari rangkaian konstruksi rumah adat (*Sa'o*) di dusun Doka.

Untuk itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peran dan posisi dari setiap elemen struktur dalam tahapan konstruksi rumah adat *Sa'o*. Selain itu, tujuan lainnya adalah mengeksplorasi dan mengkaji prinsip logika struktur yang diterapkan pada arsitektur tradisional *Sa'o* dalam kaitannya dengan kekuatan dan kestabilan pada struktur bangunan sehingga darisana dapat dipahami logika yang digunakan pada struktur bangunan sehingga diharapkan dapat bermanfaat bagi pengetahuan tentang arsitektur tradisional nusantara pada umumnya dan arsitektur tradisional *Sa'o* pada khususnya.

2. METODE

Doka merupakan sebuah dusun yang berada di Desa Naruwolo I, Kecamatan Jerebuu, Kabupaten Ngada Nusa Tenggara Timur. Mayoritas masyarakat setempat bermata pencaharian sebagai petani. Dusun Doka dapat diakses menggunakan kendaraan bermotor kurang lebih 2 (dua) jam perjalanan dari kecamatan Jerebuu dan kurang lebih satu jam perjalanan dari kampung adat Bena yang sangat terkenal di Nusa Tenggara Timur.



Gambar 1. Peta Letak Doka terhadap NTT

Sumber: infonusatenggaratimur.blogspot.com (2011)

Pada penelitian ini, kegiatan utama yang dilakukan adalah eksplorasi pengamatan langsung pada objek rumah adat yang dipilih untuk menjadi kasus studi. Objek penelitian yang dipilih memiliki kriteria seperti memiliki struktur yang lengkap serta tidak ditemukan adanya perubahan pada bentuk struktur dan material sejak didirikan, hal ini bertujuan untuk mendapatkan data yang orisinal tentang identitas fisik struktur dan konstruksinya.



Gambar 2. Tampak Rumah Adat (Sa'o) sebagai objek penelitian di Dusun Doka, 2019

Adapun metode penelitian yang dilakukan adalah menggunakan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Teknik mengumpulkan data-data lapangan dengan melakukan pengukuran dan pendokumentasian serta wawancara dengan tukang lokal untuk memperoleh data-data primer yang runtun.
2. Teknik menguraikan data lapangan. Data kemudian diolah menjadi informasi tentang

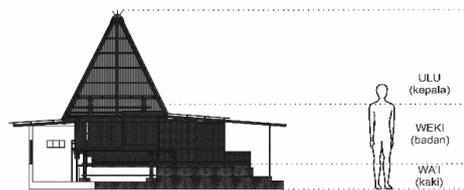
elemen struktur serta tahapan konstruksi dari rumah adat tradisional dusun doka.

3. Teknik Analisis. Mengaitkan informasi tersebut dengan teori-teori yang relevan untuk menjabarkan hipotesis terkait dengan logika struktur dan konstruksi rumah adat dalam kaitannya dengan capaian unsur kekuatan dan kestabilan struktur.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengantar Rumah Adat (Sa'o)

Tipikal sistem konstruksi pada bangunan tradisional di Nusa Tenggara, secara umum terdiri dari 3 bagian yakni sistem pondasi umpak, sistem konstruksi rangka, dan sistem konstruksi atap (Damayanti dkk, 2020). Sama halnya dengan rumah adat (Sa'o) menganalogikan bagian-bagian struktural rumah adat seperti membagi sistem struktur anatomi tubuh manusia, yakni bagian kaki/pondasi (Ullu) sebagai *sub-structure* dan bagian badan bangunan (Weki) serta bagian Kepala/Atap (Wa'i) atau *upper-structure* (Sabono, 2017).

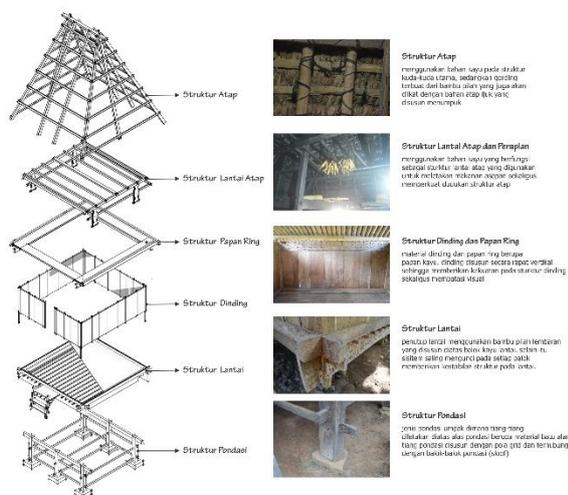


Gambar 3. Ilustrasi Pernyataan Anatomi struktur Rumah adat dengan manusia.

Sumber: Dokumentasi KKN Arsitektur UKDW, 2019

Sedikit gambaran tentang proses konstruksi mendirikan rumah adat yang dilakukan oleh masyarakat dusun Doka adalah selalu melakukan serangkaian ritual dan upacara adat pada setiap prosesnya. Prosesi yang dimaksud adalah ketika memindahkan dan mengantarkan elemen-elemen struktur yang dikerjakan secara terpisah dari dan ke lokasi site. Hal ini membuat jenis konstruksi bongkar-pasang (*knock-down*) dipilih sebagai metode konstruksi yang paling sesuai. Menurut M. T. A. Amal1, dkk (2020). Jenis konstruksi bongkar-pasang menggunakan bahan bangunan yang ditemukan dan dirangkai di lokasi dan dapat dikonstruksikan kembali pada lokasi yang lain.

Elemen struktur yang dikerjakan secara terpisah dengan lokasi/site selain dikarenakan pertimbangan kedekatan dengan sumber material, tetapi juga adanya makna simbol kepercayaan bahwa mendirikan rumah adat sama halnya dengan pernikahan, dimana pihak perempuan dan laki-laki terlebih dahulu dipisahkan lalu kemudian disatukan lewat upacara pernikahan. Adapun urutan dan tahapan konstruksi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Ilustrasi komponen-komponen struktur utama pada rumah adat, 2019

3.2. Tahapan Konstruksi Pondasi (Kaki bangunan - Ullu)

Pondasi merupakan struktur landasan bangunan yang berperan sebagai struktur penopang berdirinya sebuah bangunan diatas tanah. Jenis pondasi yang digunakan pada rumah adat Sao yakni jenis pondasi titik berbentuk umpak. Penggunaan jenis pondasi umpak menggunakan tapak pondasi dari batu belah untuk menghindari kerusakan akibat pembusukan kayu (Frick, H., Moediartianto, (2004). Pondasi One terdiri dari beberapa rangkaian struktur yang dirangkai menjadi satu kesatuan yakni telapak pondasi, tiang pondasi dan balok penghubung tiang pondasi. Desain peletakan titik pondasi menggunakan sistem *grid* yakni setiap tiang pondasi saling terhubung secara sejajar maupun tegak lurus untuk menghasilkan kekuatan pada struktur pondasi. Adapun tahapan pekerjaan struktur pondasi terdiri dari:

1. Tapak dan Tiang Pondasi.

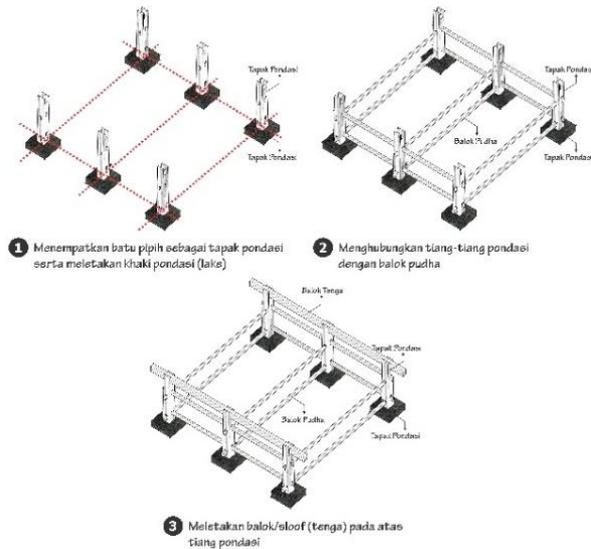
Tapak pondasi berupa batu alam pipih berjumlah 6 lembar batu pada titik-titik pondasi yang telah ditentukan pada site. Batu-batu pipih tersebut bertujuan untuk menghindari tiang pondasi kayu bersentuhan langsung dengan muka tanah. Pemasangan Tiang pondasi (*Lake*). Pada bagian atas batu diletakan tiang pondasi (disusun secara vertikal) tanpa menggunakan perekat ataupun lubang takikan antara tiang pondasi dan batu seperti yang umum dijumpai pada jenis pondasi umpak lainnya. Pemanfaatan gaya gravitasi dan berat bangunan digunakan sebagai pemberat untuk memberikan tekanan dan tumpuan yang stabil pada struktur pondasi.

2. Balok penghubung tiang pondasi (*Pudha*).

Tiang pondasi dihubungkan dengan balok-balok kayu untuk menciptakan kekakuan pada struktur antar tiang pondasi. *Pudha* berjumlah 10 batang kayu berukuran 4/7 dengan panjang masing-masing 330 cm. Adapun teknik penyambungan antara tiang pondasi dan balok *pudha* menggunakan teknik pen dan lubang-pen. Setiap tiang pondasi akan dilubangi (lubang pen) berjumlah masing-masing 4 buah lubang yang ukuran besarnya lubang disesuaikan dengan ukuran balok *pudha* (sebagai pen). *Pudha* akan berperan untuk menstabilkan pergerakan yang tidak perlu (deformasi) pada tiang pondasi.

3. Balok Sloof Atas (*Tenga*)

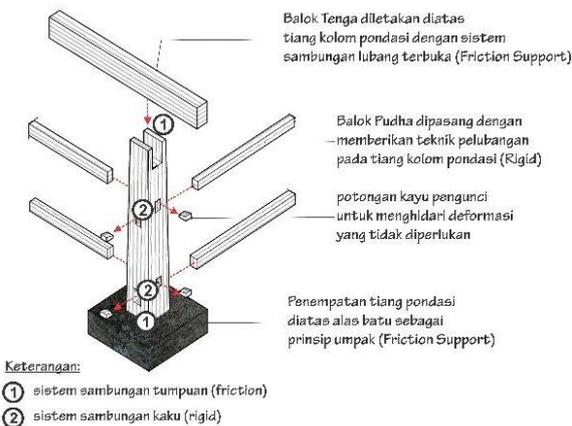
Balok penghubung antara pondasi dan lantai (*Tenga*) atau dalam konstruksi rumah tinggal dikenal dengan sloof. Pada tahapan akhir pengerjaan pondasi akan diletakan balok-balok *tenga* yang terdiri 2 buah balok kayu berukuran 8/15 dengan panjang berkisar 384 cm. Balok *tenga* berfungsi sebagai balok yang menyalurkan beban transversal dari badan bangunan menuju pondasi yang juga berfungsi sebagai dudukan badan bangunan diatasnya. Perletakan balok *tenga* harus saling terhubung dengan 3 (tiga) tiang pondasi yang berada dibawahnya. Pada pangkal atas tiang pondasi telah diberikan takikan (dudukan balok) berukuran 8/15 atau sesuai dengan ukuran balok utama.



Gambar 5. Tahapan Konstruksi Struktur Pondasi, 2019

3.3 Analisis Prinsip dan Logika Struktur Pondasi

Identifikasi jenis sambungan pada struktur pondasi terdiri dari 2 (dua) sistem tumpuan yakni menggunakan sistem sambungan tumpuan (*friction*) pada pertemuan antara tapak pondasi dan tiang pondasi. Sedangkan sistem sambungan kaku (*rigid*) pada balok-balok pondasi yakni dengan teknik pelubangan balok utuh (gambar 6).

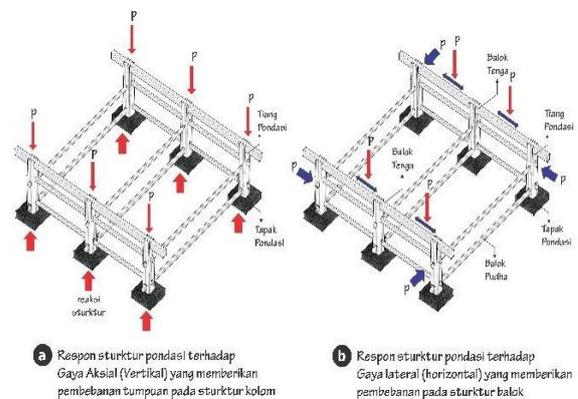


Gambar 6. Tahapan Konstruksi Struktur Pondasi, 2019

Secara umum, skema pada struktur pondasi merupakan struktur yang saling terhubung satu sama lain, dan bekerjasama dalam menyalurkan beban menuju tanah. prinsip struktur pondasi adalah prinsip struktur rangka kaku dimana menggunakan tumpuan sendi antara tiang

pondasi dan balok pondasi dan balok sloof. Menurut Schodek (1998) terdapat 2 jenis arah pembebanan yakni beban arah horizontal dan beban arah vertikal yang akan diterima oleh struktur. Peran tumpuan dan sendi pada struktur rangka (kolom dan balok) akan memberikan kekakuan yang maksimal pada struktur (struktur rangka kaku) bila dibandingkan dengan struktur lepasan. Tumpuan sendi merupakan jenis tumpuan yang dapat dilepas namun tidak mudah untuk bergeser sehingga sangat kuat dalam menahan gaya horizontal dan vertikal.

Dalam analisis logika pembebanan pada pondasi jenis umpak dengan material kayu, maka tiang kayu mampu menahan beban tekan dengan efisien pada arah tegak (Steiger, L, (2010). Dalam peran struktur maka, tiang pondasi akan menerima gaya tekan (p) yang menekan pada titik-titik tiang pondasi (gambar 8a). Strategi memberikan pelebaran dimensi menjadi tepat untuk memikul pembebanan. Di sisi lain, balok *pudha* dalam konteks struktur pondasi tidak menerima beban tarik tetapi berperan sebagai elemen struktur yang memberikan kekakuan pada struktur pondasi dalam merespon gaya lateral arah horizontal. Hal ini berbeda dengan balok sloof (*tenga*) yang berperan penting dalam menerima beban tarik akibat pembebanan yang dipikul pada aktivitas lantai (gambar 7b). Selain itu, penggunaan sistem umpak dimana tiang pondasi diletakkan di atas batu mampu berperan sebagai *friction damper* (peredam) saat terjadi gaya gempa Hariyanto, A. D., Triyadi, S., & Widyowijatnoko, A. (2020).



Gambar 7. Analisis logika struktur pada Konstruksi Pondasi, 2019

3.4. Tahapan Konstruksi Badan bangunan (*Weki*)

Struktur badan bangunan (*Weki*) pada rumah adat merupakan bagian struktur yang cukup kompleks bila dibandingkan dengan struktur pada pondasi dan atap. Keseluruhan material struktur badan bangunan menggunakan bahan kayu dengan sistem takikan. Metode pengerjaan bagian konstruksi lantai dilakukan dengan cara dirakit terlebih dahulu, kemudian barulah diletakan di atas tiang struktur pondasi. Adapun tahapan konstruksi badan bangunan sebagai berikut:

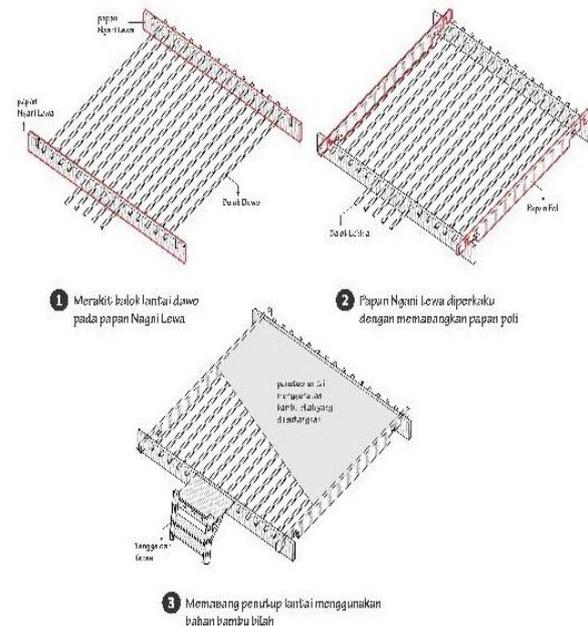
Struktur Lantai

1. Diawali dengan merakit papan tepi lantai (*Ngani Lewa*). *Ngani Lewa* merupakan struktur lantai yang berperan untuk menghubungkan balok lantai utama (*Dawo*). Adapun *Ngani Lewa* merupakan papan kayu dengan lebar 40 cm dengan tebal 5 - 6 cm berjumlah 4 buah. *Ngani Lewa* diberikan pelubangan berjumlah 15 buah lubang untuk dipasangkan balok *dawo*. Karena letaknya yang cukup strategis pada tampilan depan bangunan, maka *Ngani Lewa* diberikan ukiran yang khas.

2. Menyusun balok lantai (*Dawo*). Balok *dawo* dipasangkan secara sejajar pada sisi *Ngani Lewa* yang sebelumnya telah diberi pelubangan. Balok ini berperan sebagai balok utama lantai, dan sebagai tempat diletakan penutup lantai. Secara struktur dan pembebanan, balok *dawo* akan menerima beban mati (perabot) maupun beban hidup (manusia) yang beraktivitas di atas lantai. Meskipun dimensi balok *dawo* cukup kecil yakni 3x4 cm namun sangat kuat untuk menahan beban pada lantai. Hal ini dikarenakan pola penyusunan *dawo* disusun rapat yakni berjarak sekitar 18 cm antar balok dengan menggunakan prinsip struktur permukaan.

3. Mengunci struktur lantai dengan papan pengunci (*Poli*). Setelah susunan struktur papan nagni lewa dan *dawo* selesai dirangkai, selanjutnya poli berperan untuk mengunci balok *Ngani Lewa* agar bagian struktur lantai tersebut menjadi lebih kaku dan stabil. Selain itu, poli juga peran sebagai struktur lantai yang akan berhubungan erat dengan balok pondasi (*Tenga*). Ketepatan ukuran jenis tumpuan antara struktur pondasi dan struktur lantai akan

sangat berperan dalam menentukan keberhasilan konstruksi lantai.

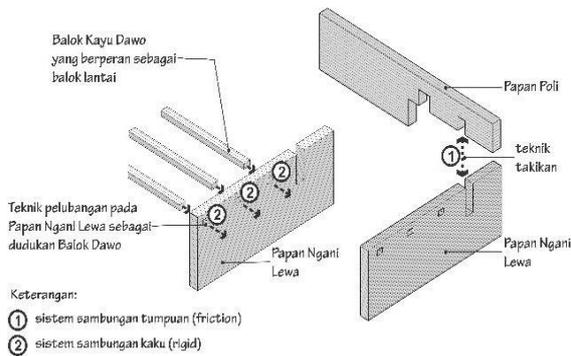


Gambar 8. Tahapan Konstruksi Struktur Lantai, 2019

3.5. Analisis Prinsip dan Logika Struktur Lantai

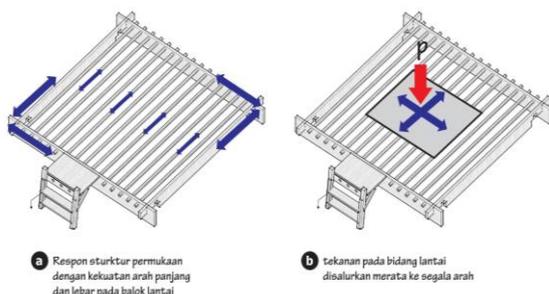
Identifikasi jenis sambungan pada struktur balok lantai terdiri dari 2 (dua) sistem tumpuan yakni menggunakan sistem sambungan tumpuan (*friction*) pada pertemuan antara papan poli dan *Ngani Lewa*. Sedangkan sistem sambungan kaku (*rigid*) pada balok-balok lantai (*dawo*) yakni dengan teknik pelubangan utuh seperti pada gambar 9.

Adapun dominasi struktur pada balok lantai menggunakan jenis hubungan kayu takikan dan pelubangan. Pada balok papan poli dan *Ngani Lewa* menggunakan hubungan kayu persilangan siku. Kekuatan jenis hubungan persilangan siku adalah kuat terhadap gaya tarik. Sedangkan pada balok *dawo* dan *Ngani Lewa* menggunakan hubungan kayu dengan pelubangan penuh. Bentuknya antara lubang dan balok harus akurat agar mencapai kekuatan dan menghindari balok kayu (*dawo*) berdeformasi menjadi lendut akibat pembebanan.



Gambar 9. Detail hubungan struktur pada komponen lantai bangunan, 2019

Pada analisis sistem logika pembebanan lantai maka, beban (p) yang terjadi pada lantai dan balok lantai (*dawo*) akan diteruskan merata menuju struktur pembagi lalu diteruskan ke pondasi hingga mencapai tanah. Pada pertemuan antara struktur lantai dan sloof pondasi menggunakan tumpuan rol. Tumpuan rol adalah jenis tumpuan yang masih dapat bergerak secara horizontal (dalam batas dan jarak tertentu) namun kuat dalam menahan gaya vertikal (Frick, H., Purwanto, LMF. (2007). Teknisnya adalah struktur lantai diletakkan pada posisi tertentu diatas sloof, kondisi ini memungkinkan struktur atas bangunan (lantai, badan dan atap bangunan) dapat bergerak secara terkontrol dalam merespon gaya lateral arah horizontal seperti gaya gempa tanpa membuat bangunan roboh.



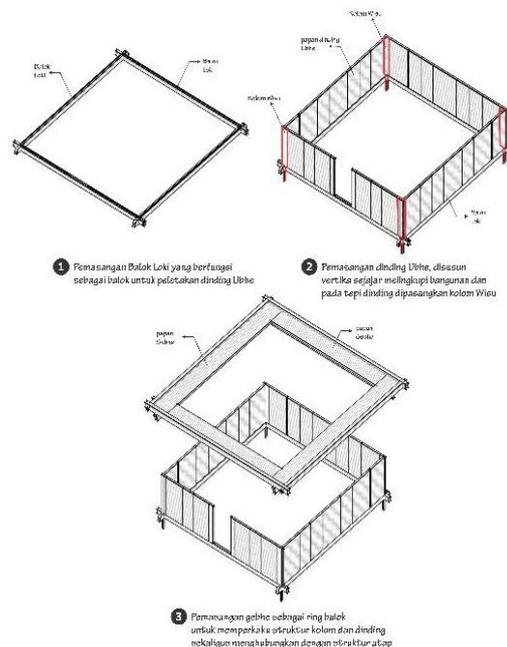
Gambar 10. Analisis logika struktur pada Konstruksi Lantai, 2019

Struktur Dinding

Adapun urutan pemasangan struktur dinding sebagai berikut;

1. Balok dudukan dinding papan (*loki*). Balok *loki* dibuat sebagai balok balok yang berperan memberikan dudukan bagi dinding papan, sebab dinding papan disusun arah tegak

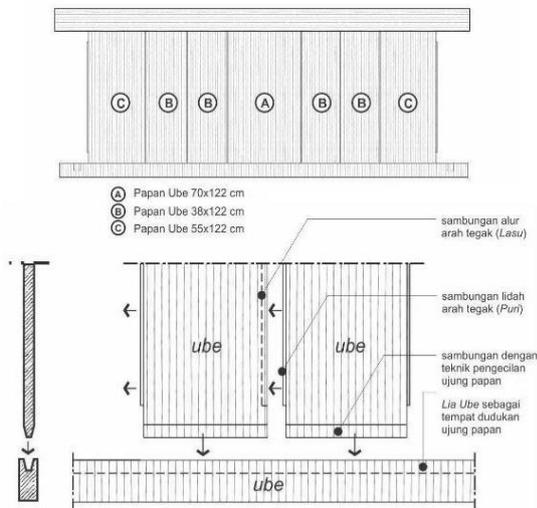
(vertikal) sehingga memerlukan tumpuan pada sisi bawah dan sisi atasnya. Balok *loki* terdiri dari dua yakni balok *loki* bawah dan balok *loki* atas (ring balok) yang masing-masing berjumlah 4 buah (gambar 12). Sistem pemasangan balok *loki* yakni dengan pemberian takikan pada pertemuan balok. Ukuran tiap balok *loki* berukuran 6/14 dengan panjang 390 hingga 400 cm (sesuai dengan lebar ruangan). Selain itu, balok *loki* juga memiliki dua peran struktural yakni berperan sebagai balok yang terhubung dengan kolom dinding (*wisu*).



Gambar 11. Tahapan Konstruksi Struktur Dinding, 2019

2. Dinding papan (*Ube*) berfungsi memberikan batasan visual kedalam dan keluar bangunan. Denah dinding ruangan berupa dinding masif tanpa adanya dinding pembagi ruangan. Jumlah *Ube* yang digunakan adalah 28 lembar papan dengan 1 (satu) buah *Ube* digantikan sebagai daun pintu pada pintu masuk. Adapun sistem pemasangan dinding papan *Ube* disusun arah vertikal (tegak) menggunakan sistem sambungan papan alur dan lidah arah vertikal. Pada salah satu sisi lebar papan diberi alur dan sisi lainnya diberi lidah dengan tujuan agar saling mengunci dengan ukuran yang sama yakni 1 cm untuk kedalaman alur dan 1 cm untuk ketinggian lidah. Untuk sistem sambungan papan arah lebar yakni dengan mengurangi tebal papan pada sisi atas dan sisi

bawah yang semula berukuran tebal 4 cm menjadi 2 cm dengan teknik mengerucutkan ujung papan agar ujung papan dapat tertancap kuat pada balok *loki* (gambar 12).



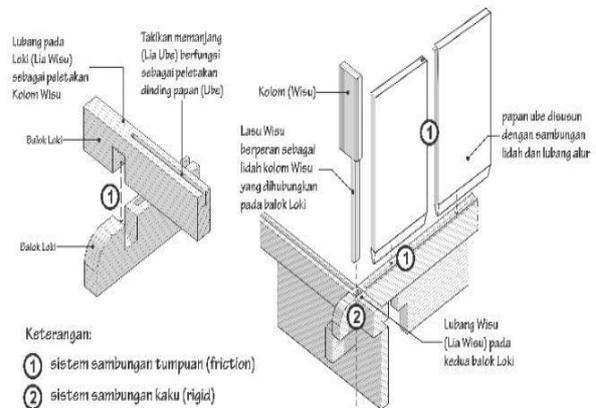
Gambar 12. Detail hubungan struktur pada komponen dinding, 2019

Struktur Kolom

Kolom dinding (*wisu*) menggunakan bahan papan kayu berukuran 4/14 memiliki ketinggian sama dengan tinggi dinding papan yakni 122 cm. *Wisu* berperan sebagai kolom struktur yang meringkai serta memberi batasan pada badan bangunan. Kolom *wisu* juga berperan memberikan kekakuan pada sisi-sisi tumpuan bangunan karena menyalurkan beban vertikal sehingga konstruksi *wisu* harus terhubung dengan balok *loki* atas dan balok *loki* bawah serta dinding.

Teknik penyambungan kolom *wisu* dan balok *loki* bawah adalah dengan memberikan pen (*lasu wisu*) berukuran 2/4 cm dengan panjang 50 cm pada bagian bawah kolom *wisu* yang akan dihubungkan secara vertikal dengan cara dimasukkan pada lubang pen (*lia wisu*) yang terletak pada balok *loki* bawah. Alasan dan tujuan pen (*lasu wisu*) dirancang lebih panjang dibandingkan dengan lubang pen (*lia wisu*) adalah agar badan bangunan tetap stabil dan tidak keluar atau lepas dari dudukan pondasi bila terjadi pergeseran (gambar 13). Mekanismenya adalah ketika bangunan bergeser, maka pen berperan sebagai penahan yang akan bergerak dan bersinggungan dengan

papan *Ngani Lewa* sehingga menghasilkan sistem saling mengunci.

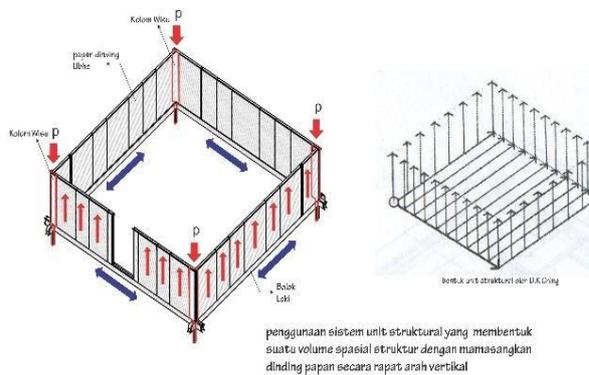


Gambar 13. Detail hubungan struktur pada komponen sloof dan kolom, 2019

3.6. Analisis Prinsip dan Logika Struktur Dinding dan Kolom

Keunikan dari struktur kolom pada rumah adat *Sa'o* adalah tiang kolom tidak bertemu atau berpijak langsung pada pondasi seperti yang sering dijumpai pada bangunan konvensional saat ini. Artinya struktur kolom melayang dan terpisah dari tiang pondasi sehingga pemilihan jenis kolom pipih (papan kayu) menjadi tepat untuk menghindari pembebanan berlebih pada struktur lantai kantilever. Selain itu, logika ini membuat kolom berbaur sempurna dengan struktur dinding yang diletakkan sejajar arah kolom. Kolaborasi antara struktur dinding dan kolom akan menghasilkan struktur yang sangat masif. Ching, D.K. F, (2012) mengklasifikasikan jenis struktur ini sebagai sistem struktur unit struktural dimana elemen-elemen dirakit dan disusun secara rapat untuk menghasilkan kekuatan pada volume ruang. Lebih detail menurut Macdonald, A.J. (2001) untuk mencapai kekuatan dan kestabilan pada sebuah struktur bangunan adalah mendesain join (*sendi*) pada setiap portalnya. Sistem join tersebut akan memberikan dukungan bagi bangunan untuk mampu berdiri dengan stabil dan kuat dalam menahan gaya dan beban. Sistem join yang tepat akan memberikan kekakuan pada pertemuan setiap tumpuan struktur sehingga struktur menjadi kuat dan stabil, salah satunya adalah dengan memberikan penebalan pada struktur seperti pada dinding.

Pada analisis struktur dinding dan kolom adalah keduanya sama-sama menerima beban (p) dari arah horizontal (gaya geser) dan beban tekan arah vertikal. Dengan teknik unit struktural maka volume bidang menjadi kuat dalam menerima gaya tekan sekalipun terbentuk dari elemen dinding yang tipis (papan). Disisi lain, keberadaan balok *loki* juga turut berperan dalam memberikan kekakuan maksimal pada struktur dinding dan kolom dikarenakan berperan sebagai elemen yang memperkuat posisi dinding dan kolom secara masif (gambar 14).



Gambar 14. Analisis logika struktur pada Konstruksi Dinding, 2019

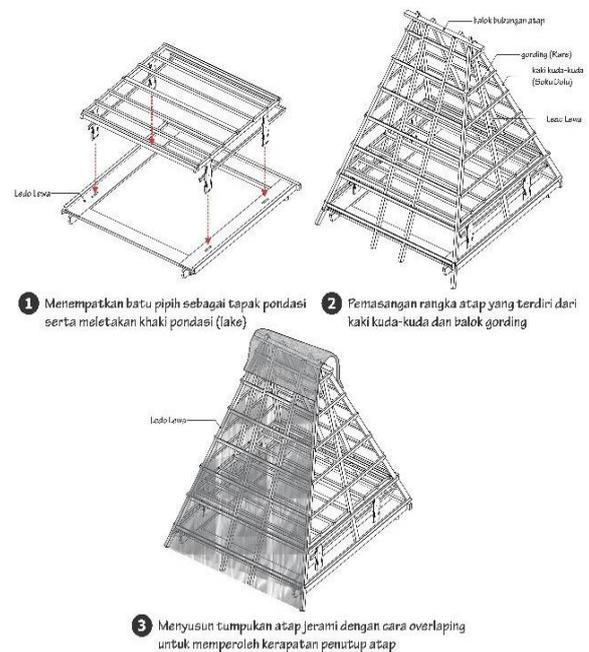
3.7. Tahapan Konstruksi Atap bangunan (*Weki*)

Struktur Rangka Atap

Umumnya bentuk atap pada bangunan tradisional memiliki proporsi atau ukuran yang terlihat dominan sehingga berpengaruh pada tampilan bangunan (Herwindo, R. P., 2019). Seperti bentuk atap rumah adat *Sa'o* yang berbentuk atap perisai dengan ketinggian mencapai 4,5 meter hingga 5 meter. Seperti halnya pada bentuk atap arsitektur nusantara dalam merespon iklim tropis, kemiringan atap curam pada *Sa'o* bertujuan untuk merespon aliran air hujan dan membentuk ruang bawah atap yang dapat difungsikan untuk kebutuhan dapur. Dengan kemiringan atap yang curam tersebut, diperlukan penggunaan struktur rangka atap yang dapat mendukung agar berfungsi maksimal. Secara keseluruhan material struktur rangka atap menggunakan bahan balok kayu 6/12 yang disambung dengan cara diikat menggunakan tali rotan.

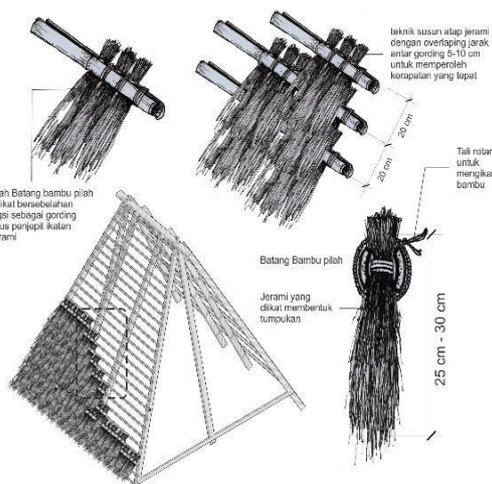
Pada konstruksi atap terdiri dari rangka kuda-kuda dan langit-langit seperti pada gambar 15.

Tahapan pengerjaan struktur rangka atap dimulai dengan pemasangan kaki kuda-kuda (*Lado Lewa*). Kaki kuda-kuda disusun sedemikian rupa sehingga setiap ujungnya akan menumpu pada puncak atap atau Nok. Berbeda dengan konstruksi atap yang menggunakan tiang gantung ataupun balok sokong, struktur atap pada *Sa'o* hanya menggunakan kuda-kuda dengan sistem tenda dengan tujuan agar memperoleh ruang dibawah atap yang luas, sebab warga memanfaatkan ruang tersebut sebagai tempat menyimpan bahan makanan dan pengasapan dari dapur.



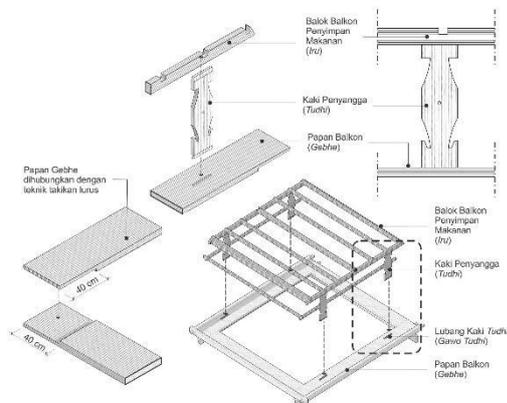
Gambar 15. Tahapan Konstruksi Struktur Atap, 2019

Untuk memperkuat struktur atap tersebut, Setiap kaki kuda-kuda dan jurai akan dihubungkan atau diperkuat dengan gording (*rare*) pada arah horizontal. Gording akan dihubungkan dengan cara diikat menggunakan tali rotan, hal ini bertujuan agar proses pergantian penutup atap dapat dengan mudah dilakukan. Gording berbahan bambu belah disusun dengan jarak 20 cm disesuaikan dengan bahan jerami sebagai penutup atapnya. Batang gording mengapit setiap lembaran jerami dengan sangat rapat sehingga *overlapping* susunan akan menghasilkan kerapatan maksimal pada penutup atap (gambar 16)



Gambar 16. Proses menyusun gording dengan penutup atap berbahan jerami, 2019

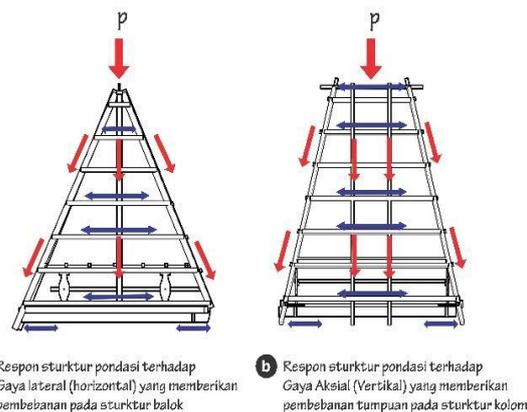
Selain itu, terdapat elemen tambahan pada bagian atap yakni area langit-langit yang digunakan sebagai tempat menyimpan makanan dengan cara digantung dan diasapi. Elemen tambahan ini juga berperan dalam memperkuat tumpuan alas struktur kuda-kuda seperti yang terlihat pada gambar 17. Langit-langit terdiri dari papan (*Gebhe*) berukuran lebar 40 cm, tebal 6 cm dengan panjang 400 cm. Papan *Gebhe* berjumlah 4 buah yang dihubungkan dengan teknik takikan lurus dimana setiap sisi ujung papan diberi takikan lurus $\frac{1}{2}$ dari tebal papan yakni 3 cm dengan panjang 40 cm sehingga setiap papan *Gebhe* akan terhubung satu sama lain membentuk ruang persegi mengikuti modul rumah adat. Peletakan papan *Gebhe* secara horizontal juga bertujuan agar menghindari hama seperti tikus untuk dapat mencapai area penyimpanan makanan.



Gambar 17. Detail hubungan struktur pada komponen Gebhe, 2019

3.8. Analisis Prinsip dan Logika Struktur Atap

Dalam analisis logika pembebanan pada struktur atap, maka beban (p) arah vertikal dari puncak atap maupun beban atap itu sendiri akan diteruskan secara merata melalui rangka kaki kuda-kuda, sedangkan beban arah horizontal akan diterima oleh gording dan diteruskan menuju kaki kuda-kuda (gambar 18). Peran rangka langit-langit turut memberikan kestabilan dan kekakuan pada bidang alas kuda-kuda. Struktur atap diletakan pada sisi atas dinding (ring balok) lalu kemudian dihubungkan dengan balok langit-langit dengan cara dikaitkan (takik). Sama halnya dengan dinding, struktur atap juga menggunakan prinsip unit struktural dimana volume ruang atap memberikan kekuatan pada rangka atap yang terdiri dari formasi tiang kaki kuda-kuda, penyusunan gording yang rapat serta rangka langit-langit.



Gambar 18. Analisis logika struktur pada Konstruksi Atap, 2019

Berdasarkan keseluruhan pembahasan, maka penulis menemukan bahwa terdapat keterkaitan antara aspek pemikiran logis masyarakat Doka dalam merancang bentuk dan sistem struktur dengan aspek keberhasilan kekuatan dan kestabilan struktur dan konstruksi rumah adat *Sa'o*. Hal ini ditunjukkan dengan hasil identifikasi terhadap seluruh rangkaian dan urutan elemen struktur dan konstruksi pada atap, badan hingga pondasi yang terlihat sebagai proses membangun rumah yang mengutamakan aspek kekuatan, kestabilan dan juga fungsional yang melekat dengan adat budaya dan nilai identitas dari waktu ke waktu. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa kegiatan

membangun rumah tradisional *Sa'o* memiliki relevansi kuat terhadap kemampuan masyarakat dalam menggali pengetahuan membangun rumah tradisional meskipun pengetahuan tersebut ditemukan secara kearifan lokal. Koesmartadi, C. & Lindarto, D. (2020) menyatakan bahwa kecerdasan otentik masyarakat dalam membangun arsitektur tradisional merupakan suatu kekayaan informasi teknologi kearifan lokal yang tidak dapat dipandang remeh sebab saling berhubungan erat.

4. KESIMPULAN

Setiap tahapan dari kegiatan konstruksi bangunan *Sa'o* merupakan rangkaian menyusun elemen-elemen struktur yang telah melalui pemikiran logis terkait mekanisme kekuatan dan kestabilan struktur bangunan. Secara sederhana dapat disimpulkan bahwa dengan penerapan logika struktur yang tepat dalam teknik ketukangan rumah adat *Sa'o* akan memberikan unsur kuat dan stabil sehingga terbukti lewat eksistensi kondisi fisik rumah adat di dusun doka hingga saat ini. Dalam teknik keterangannya telah menunjukkan prinsip stabilitas yang tinggi yakni lewat penempatan dan pemilihan bentuk struktur, serta pemahaman akan prinsip penyaluran beban dan gaya.

1. Pada struktur bawah atau pondasi mampu meneruskan beban secara merata ke tanah yakni dengan memahami peran pondasi yang berhubungan dengan muka tanah akan sangat berpengaruh terhadap gaya geser (lateral) maka penggunaan tumpuan sendi menjadi tepat.
2. Struktur atas yakni lantai dan dinding serta atap dapat menyalurkan beban dengan baik dimana dominasi penggunaan prinsip unit struktural pada struktur dinding dan atap mampu memberikan kekuatan pada volume ruang strukturnya.

Penelitian ini masih bersifat eksploratif sehingga disarankan apabila dilakukan perhitungan secara kuantitatif menggunakan simulasi *software* atau metode perhitungan terkait pembebanan tentunya akan memberikan hasil kajian yang lebih mendalam dan terukur terkait dengan prinsip kekuatan dan kestabilan struktur pada rumah adat *Sa'o*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih diberikan kepada semua pihak yang telah berpartisipasi dan berkontribusi dalam penelitian ini diantaranya:

1. Teman-teman mahasiswa peserta KKN Doka Bena NTT Tahun 2019, Program Arsitektur Universitas Kristen Duta Wacana.
2. Bpk. Relly yang memberi dukungan untuk menemani dalam setiap kegiatan survei dan pengumpulan informasi.
3. Keluarga ibu Moni Lado yang bersedia rumah adatnya dijadikan sebagai objek penelitian
4. Seluruh Perangkat dan warga di dusun Doka atas keramahatamahannya selama penelitian berlangsung.

REFERENSI

- Amal, M. T. A., Siswanto, A., & Teddy, L. (2020). Eksplorasi Arsitektur Dan Konstruksi Rumah Baghi Dalam Merespon Bencana Alam. *Seminar Nasional AVoER XII 2020 Palembang*. 18 -19 November 2020. Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- Ching, D.K. F, (2012). *Kamus Visual Arsitektur*. (edisi kedua). Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Damayanti, D.P., Susanti, E., Agusningtyas, R.S., Rakhman, J., Kuswara, (2020). *Traditional Houses of Nusa Tenggara in Sketch*. Jakarta: PT Elex Media Komputiondo Kompas Gramedia.
- Frick, H., Purwanto, LMF. (2007). *Sistem Bentuk Struktur Bangunan Dasar-Dasar Konstruksi dalam Arsitektur*. Penerbit: Kanisius dan Soegijapranata University Press.
- Frick, H., Moediartianto, (2004). *Ilmu Konstruksi Bangunan Kayu; Pengantar Konstruksi Kayu*. Penerbit: Kanisius dan Soegijapranata University Press.
- Hariyanto, A. D., Triyadi, S., & Widyowijatnoko, A. (2020). Teknik Tradisional Pada Struktur Rumah Panggung Di Kabupaten Bima Untuk

- Ketahanan Terhadap Gempa. *RUANG: Jurnal Lingkungan Binaan*. 7(1). 6-14. DOI:<https://doi.org/10.24843/JRS.2020.v07.i01.p02>.
- Herwindo, R. P. (2019). The Strong Architectonic Elements of Traditional Vernacular Architecture in Indonesia. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*. 9(3), 14-21. <http://www.textroad.com/>
- Koesmartadi, C. & Lindarto, D. (2020). Jelajah Kearifan Teknologi Bangunan Arsitektur Nusantara. *TALENTA Conference Series 03: Energy & Engineering*. Universitas Sumatera Utara. DOI 10.32734/ee.v3i1.851
- Macdonald, A.J. (2001). *Structure in Architecture* (2nd ed). Architectural Press.
- Prijotomo, J. (2018). *Omo, Uma, Umeh, Omah: Arsitektur Nusantara: Jelajah yang Belum Usai*. Penerbit WLG, Surabaya.
- Rifai, A.J, (2010), Perkembangan Struktur Dan Konstruksi Rumah Tradisional Suku Bajo Di Pesisir Pantai Parigi Moutong. *Jurnal Ruang*. 2(10). 31-38.
- Sabono. F, (2017). Konsep Rumah Tumbuh Pada Rumah Adat Tradisional Dusun Doka, Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Media Matrasain*. 14(1), 34-48.
- Salvadori, M. (1980). *Why Buildings Stand Up: The Strength of Architecture*. New York: W.W. Norton & Company.
- Steiger, L, (2010), *Basics, Konstruksi Kayu: Bahan Bangunan, Konstruksi, Komponen, Kesimpulan*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Sudarwani, M. M., Widhijanto, A. A. (2016) Identifikasi Elemen Rumah Tradisional melalui Simbolisasi Budaya di Dusun Mantran Wetan Magelang. *Prosiding Temu Ilmiah IPLBI 2016*. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional, Malang.
- Sulistijowati, M. (2016) Struktur di Arsitektur Nusantara. *Prosiding Temu Ilmiah IPLBI 2016*. Fakultas Teknik Sipil dan