

Komparasi Tektonika Arsitektur Empat Tiang Utama Pada Rumah Tradisional Madura dan Jawa

Fariz Hidayat^{1,*}, Asarias Ari Ayowembun², Derius Peki³, Lintu Tulistyantoro⁴, Agus Dwi Hariyanto⁵

^{1,2,3,4,5} Program Studi Arsitektur, Universitas Kristen Petra, Surabaya, Indonesia, 60236

*email b22220021@john.petra.ac.id; adwi@petra.ac.id

Abstract. The existence of the four main pillars in Bangsal houses in Madura exhibits similarities to traditional Javanese houses, specifically Joglo houses. This resemblance invites a comparative analysis. Therefore, the purpose of this study is to compare the tectonics of the four main pillars in Bangsal and Joglo houses based on classical tectonic factors. The comparison was conducted through qualitative analysis. The results reveal differences in how structural strength is achieved. Joglo houses use weights to create rigidity in their structures due to their location in earthquake-prone areas, whereas Bangsal houses do not. However, the use of weights in Joglo houses can sometimes result in structural instability under certain earthquake conditions. Tectonic details serve a dual purpose, providing both structural function and architectural beauty. The four main pillars create an impression of strength and stability within the space. They also serve as a focal point and contribute to a perceived spatial division in Bangsal houses, while in Joglo houses, the spatial division is more pronounced. Additionally, in Joglo houses, the four main pillars symbolize a sacred area.

Keywords: *Four main pillars, Tectonics, Comparison*

Abstrak. Keberadaan empat tiang utama pada rumah Bangsal di Madura memiliki kemiripan dengan rumah tradisional Jawa, yaitu rumah Joglo. Kesamaan ini menarik perhatian untuk mengkomparasikannya. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah membandingkan tektonika empat tiang utama pada rumah Bangsal dan rumah Joglo berdasarkan faktor-faktor tektonika klasik. Komparasi tektonika empat tiang utama dilakukan melalui analisis kualitatif. Hasil komparasi menunjukkan perbedaan dalam menciptakan kekuatan konstruksinya. Rumah Joglo menggunakan pemberat untuk menciptakan kekakuan pada bangunannya karena berada di daerah rawan gempa, sedangkan rumah Bangsal tidak. Selain itu, pemberat di rumah Joglo dapat menghasilkan konstruksi yang tidak stabil pada kondisi gempa tertentu. Detail tektonika mempunyai fungsi campuran selain untuk memberikan fungsi struktural juga keindahan arsitektural. Empat tiang utama memberikan kesan kuat dan kokoh pada ruang. Selain itu menciptakan *center point*

dan terciptanya pembagian ruang secara semu pada rumah Bangsal dan masif pada rumah Joglo. Pada rumah Joglo juga untuk merepresentasikan area yang sakral.

Kata kunci: Empat tiang utama, Tektonika, Komparasi

1. Pendahuluan

Nusantara memiliki beragam kebudayaan yang telah ada hingga saat ini dan diwariskan secara turun-temurun. Salah satu wujud keberagaman tersebut terletak pada desain arsitektur tradisional [1]. Arsitektur tradisional memiliki beragam desain dengan karakter dan budaya lokal setempat. Dari keberagaman tersebut muncul juga berbagai tektonika arsitektur yang merespons permasalahan lingkungan dan kebiasaan masyarakat tradisional. Seperti yang disampaikan Mulyadi & Ratriningsih, 2021 [2] tektonika arsitektur digunakan untuk menyelesaikan permasalahan seperti konstruksi atau struktur pada lingkungan yang khusus. Tektonika pada arsitektur tradisional juga yang berperan penting dalam membentuk karakter dan budaya tersebut. Karena tektonika terbentuk melalui susunan elemen pada bangunan, sehingga membentuk karakter dan identitas dari arsitektur tersebut [3]. Tetapi keberagaman arsitektur tradisional terkadang memiliki kesamaan tektonika. Salah satu contohnya seperti adanya keberadaan empat tiang utama yang muncul di rumah tradisional Taneyan Lanjhang Madura dan Rumah Tradisional Joglo.

Setelah sebelumnya mengamati rumah tradisional di Madura, terdapat dua jenis rumah pada Taneyan Lanjhang, yaitu rumah Bangsal dan rumah Pegun. Kedua jenis rumah ini memiliki empat tiang utama (*Sasaka*) yang berfungsi sebagai struktur utama untuk menopang dan sebagai pembentuk atap. Pada rumah Pegun, empat tiang utama terletak di pinggir, bersebelahan dengan dinding rumah. Sementara itu, rumah Bangsal memiliki empat tiang utama yang berada di tengah atau pada inti rumah. Selain itu juga, ditemukan kesamaan pada rumah tradisional Jawa, yaitu rumah Joglo. Rumah Joglo memiliki empat tiang utama (*Saka Guru*) dengan konstruksi dan posisi perletakan yang serupa dengan rumah Bangsal di Madura. Adanya kesamaan tektonika antara rumah Bangsal dan rumah Joglo menarik untuk dibahas dan dikomparasikan mengenai keberadaan empat tiang utama di kedua rumah tradisional tersebut.

Keterbaruan dalam penelitian ini adalah mengeksplorasi kemiripan tektonika antara rumah Bangsal dan rumah Joglo dalam penggunaan empat tiang utama. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi dasar untuk penelitian lebih lanjut mengenai kesamaan karakter tektonika pada beragam arsitektur tradisional. Selain itu, keberadaan empat tiang utama dapat dianalisis lebih lanjut dari perspektif arsitektur lainnya, bukan hanya terbatas pada aspek tektonika. Tujuan dari penelitian ini adalah mengkomparasikan penggunaan empat tiang utama pada rumah Bangsal dan rumah Joglo dengan menggunakan teori tektonika klasik.

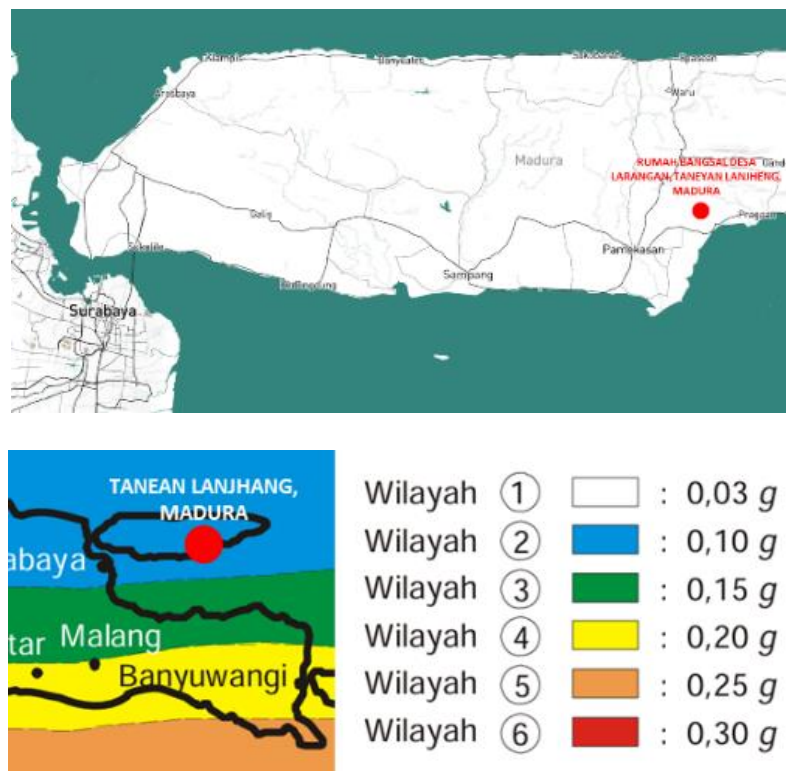
1.1. Tektonika Arsitektur

Tektonika dalam arsitektur adalah sistem yang menyatukan semua elemen bangunan menjadi satu kesatuan yang utuh [4]. Tektonika menjadi cara penyelesaian untuk semua masalah yang berkaitan dengan elemen bangunan, sehingga elemen tersebut dapat menyatu menjadi sebuah bangunan sesuai dengan fungsinya. Liu & Lim, 2006 [5] menyampaikan terdapat tujuh faktor klasik dalam tektonika arsitektur yang diambil dari perkembangan tektonik historis (Botticher, 1852, Semper, 1951, Sekler, 1965, Gregotti, 1983, Frascari, 1983, Moneo, 1988, Vallhonrat, 1988, Frampton, 1995). Liu dan Lim mengidentifikasi faktor-faktor tersebut adalah Sambungan, Detail, Struktur, Material, Obyek, Konstruksi, dan Interaksi. Dalam tulisannya, Liu dan Lim juga menyampaikan bahwa faktor-faktor tektonika klasik masih sangat diperlukan untuk mewujudkan proses desain dan konstruksi yang melibatkan pemikiran digital.

Faktor-faktor klasik tektonika juga saling berkaitan satu sama lain. Pada tektonika arsitektur, konstruksi bangunan menjadi bentuk secara keseluruhan dari struktur bangunan dengan menggabungkan setiap elemen atau obyek (material) [6], [7]. Struktur dan konstruksi juga digunakan sebagai cara dalam menciptakan ruang dan bentuk pada arsitektur [8]. Oleh karena itu dapat diinterpretasikan bahwa struktur dan konstruksi berkaitan erat dengan terciptanya sebuah ruang. Pengolahan sistim sambungan pada konstruksi juga menciptakan sebuah detail menarik yang dapat meningkatkan ekspresi bangunan dengan menggunakan nilai seni [8]. Tektonika tidak hanya untuk menghadirkan sebuah ruang, namun juga mampu menciptakan sebuah estetika atau ekspresi serta kesan yang dapat dirasakan oleh penggunanya.

1.2. Rumah Bangsal Tanean Lanjhang, Madura

Rumah Bangsal Madura terletak di Desa Larangan, Tanean Lanjhang, Kabupaten Pamekasan, Madura (Gambar 1) termasuk wilayah gempa 2 menurut SNI 03-1726-2002 [9]. Saat melakukan observasi dan pengamatan pada rumah Bangsal menemukan sebuah tektonika berupa konstruksi empat tiang utama yang tidak berbeda jauh dengan rumah Jawa (joglo), hal tersebut mungkin saja dipengaruhi oleh persebaran adat dan tradisi, karena Pulau Madura yang letaknya tidak jauh dari Pulau Jawa. Seperti yang disampaikan Asmarani dkk, [10] rumah Bangsal memiliki bentuk atap mirip seperti rumah joglo namun perbedaannya memiliki tanduk pada bagian bubungannya (Gambar 2). Sehingga menghasilkan empat tiang utama yang berada ditengah rumah untuk menopang dari konstruksi dan bentuk atap.



Gambar 1. Lokasi Rumah Bangsal, desa Larangan, Tanean Lanjhang, Madura
Sumber: Mapbox, 2024 (atas) dan SNI 03-1726-2002 (bawah)

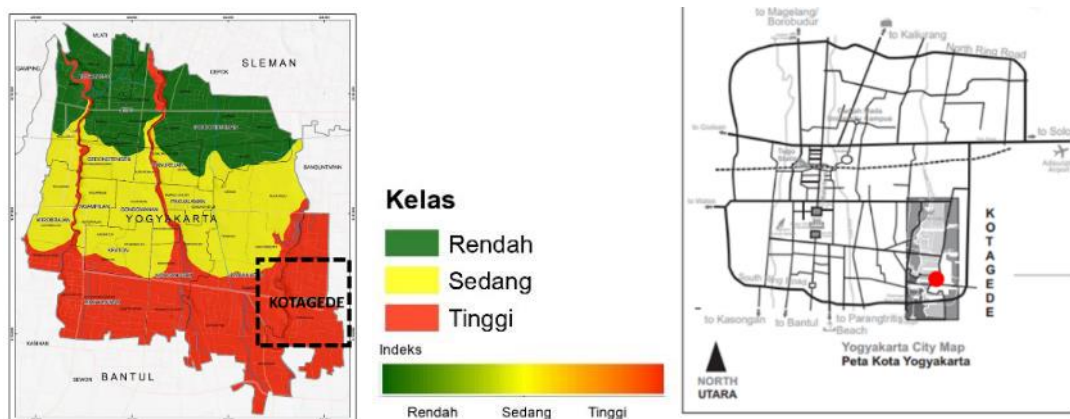


Gambar 2. Rumah Bangsal (kiri) dan denah rumah Bangsal (kanan)

Empat tiang utama pada rumah bangsal terletak ditengah atau inti rumah yang digunakan untuk menopang atap. Sementara dibagian pinggir difungsikan sebagai tempat untuk istirahat atau beraktivitas. Pada bagian tengah digfungsikan sebagai pusat interaksi pada rumah Bangsal. Dan terdapat teras (*amper*) yang menjadi bagian depan dari rumah Bangsal (Gambar 2).

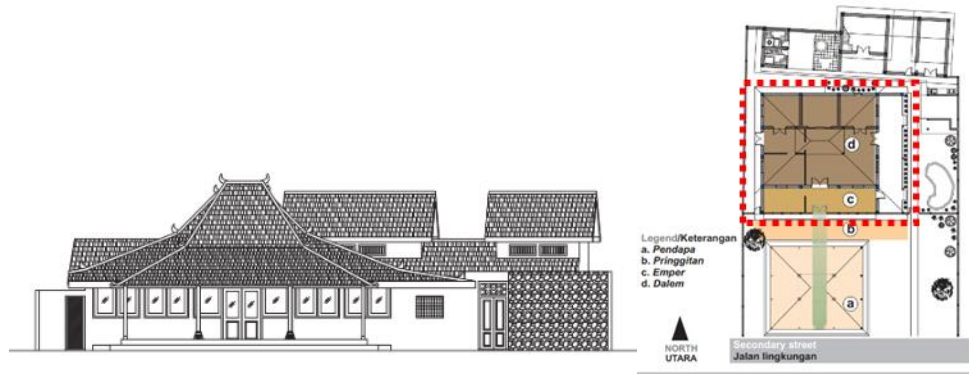
1.3. Rumah Joglo Kotagede, Yogyakarta

Pada masyarakat Jawa yang rural agraris, pengetahuan membangun rumah dilakukan secara turun temurun (tradisi) dengan menggabungkan satu bahan dengan bahan lain dalam bentuk konstruksi tanpa perhitungan. Sehingga masyarakat Jawa membangunnya melalui percobaan (*trial and error*), hingga muncul empat tiang utama yang menjadi sebuah respon dari alam salah satunya gempa bumi karena daerah Yogyakarta merupakan daerah yang cukup rawan akan gempa bumi. Wilayah Yogyakarta secara tektonik termasuk kawasan rawan gempa, sehingga dapat dijadikan pelajaran dalam menciptakan mitigasi terhadap gempa bumi [11]. Hal tersebut yang menjadikan kestabilan menjadi hal yang penting pada konstruksi bangunan agar tahan terhadap guncangan gempa.



Gambar 3. Peta rawan gempa bumi Yogyakarta (kiri) dan lokasi rumah Joglo Kotagede
Sumber: Dinas Pariwisata Kota Yogyakarta, 2014 (kiri) dan UNESCO, 2007 (kanan)

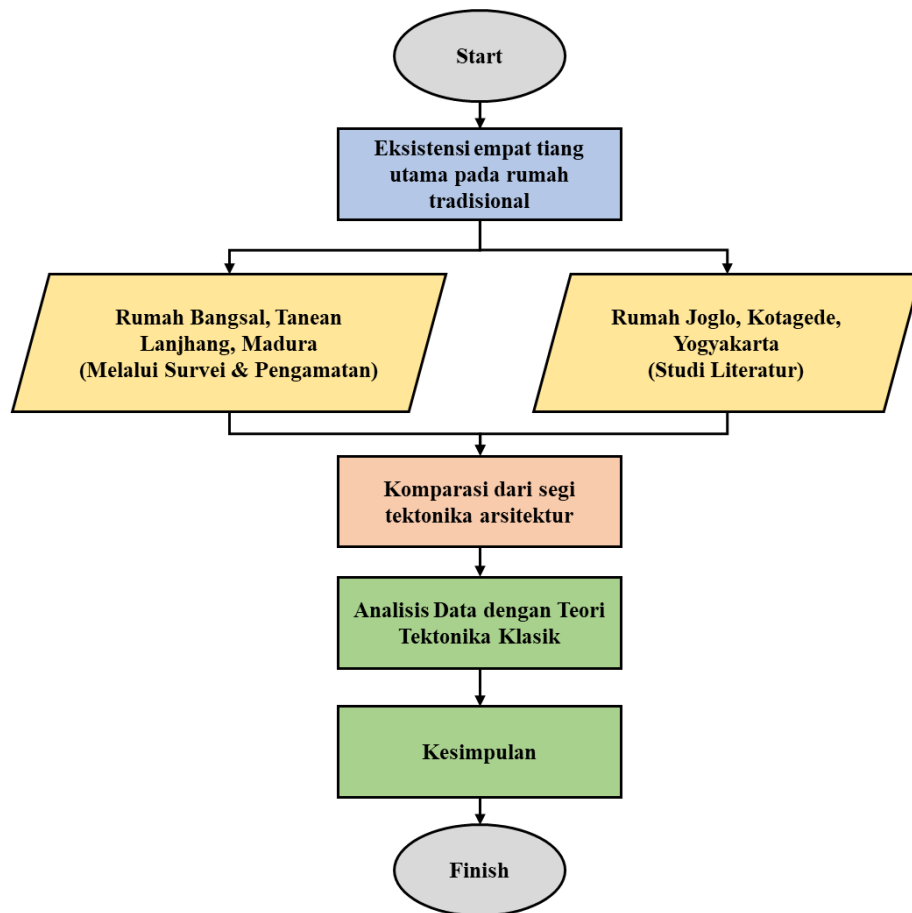
Rumah tradisional Jawa yang diambil untuk obyek perbandingan yaitu tipe Joglo yang berada di kawasan Kotagede, Yogyakarta (Gambar 3). Rumah tradisional Jawa pada umumnya terdiri dari satu lantai. Di antara semua bangunan yang berada dalam satu kompleks rumah Jawa, Dalem adalah bangunan yang paling utama [12]. Sehingga bangunan Dalem dipilih karena menjadi bangunan utama yaitu sebagai tempat hunian sama seperti pada rumah bangsal Madura (Gambar 4). Selain itu kawasan Kotagede merupakan kawasan rawan gempa (wilayah gempa 3), sehingga dapat dibandingkan tektonikanya dengan rumah Bangsal yang letaknya di daerah gempa bumi yang intensitasnya lebih sedikit (wilayah gempa 2).



Gambar 4. Rumah Joglo (kiri) dan denah rumah Joglo (kanan)
Sumber: UNESCO, 2007

2. Metode

Kedua obyek akan dijadikan perbandingan dimana data rumah Bangsal dikumpulkan dari hasil observasi dan pengamatan secara langsung di desa Larangan, Tanean Lanjhang, Madura. Sementara data rumah Joglo didapatkan dari beberapa hasil literature review. Metode yang digunakan pada pembahasan yaitu menggunakan metode kualitatif dengan mengkomparasikan kedua rumah tradisional tersebut berdasarkan faktor-faktor tektonika klasik (Gambar 5).

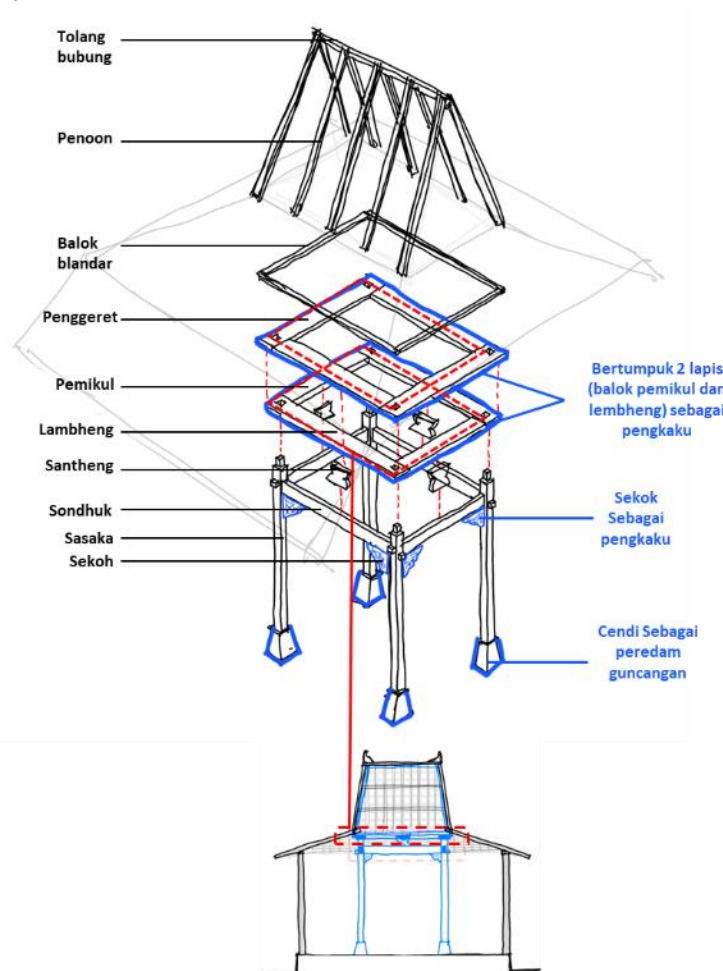


Gambar 5. Alur penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Struktur dan Konstruksi pada empat tiang utama

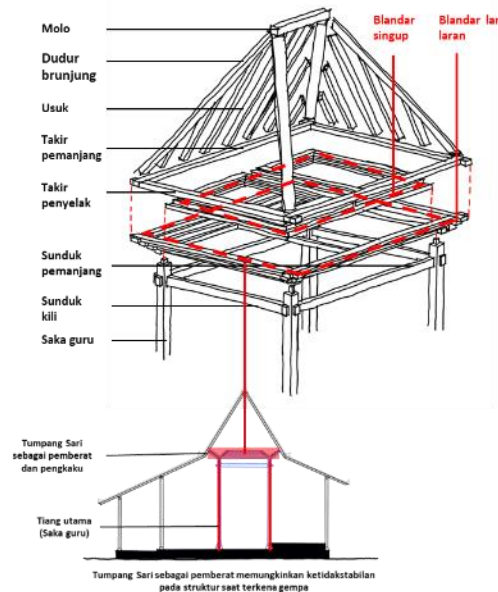
Empat tiang utama (*Sasaka*) di rumah Bangsal membentuk rangka pemikul momen dengan dikunci oleh balok *Sondhuk* yang diperkaku oleh *Sekoh* (lihat Gambar 6). *Sentheng* berfungsi meneruskan beban dari *Penoon* ke *Pengeret* + *Lembheng* selanjutnya ke *Sondhuk*. Gaya lateral pada *Pengeret* + *Lembheng*, *Santheng* dan *Sondhuk* akan memberi kekakuan pada rangka pemikul momen. Adanya susunan elemen konstruksi tersebut menjadikan empat tiang utama sebagai rangka pemikul momen yang merupakan sub struktur untuk memberikan stabilitas pada seluruh struktur rumah Bangsal.



Gambar 6. Konstruksi Sasaka rumah Bangsal

Penggunaan tumpukan balok blandar (*Tumpang Sari*) pada rumah tradisional Joglo adalah hanya sebagai pemberat, untuk mengakukan *Saka Guru* dengan menekan ke bawah memanfaatkan gravitasi [13]. Selain itu *Tumpang Sari* dikatakan hanya sebagai pemberat, karena sering dikategorikan sebagai “persolekan” menurut Prijomoto, 2006 [14]. Oleh karena itu, bukan berarti *Tumpang sari* sebagai pemberat selalu aman terhadap guncangan gempa bumi. Temuan yang dilakukan pada penelitian Prihatmaji, 2007 [15] konstruksi *Saka Guru* pada rumah Joglo mampu menahan gempa dengan frekuensi getaran yang tinggi, namun tidak stabil dalam merespon gempa dengan frekuensi getaran yang rendah. Apabila terjadi gempa berfrekuensi rendah, justru akan menjadi pendulum yang memperbesar tekanan lateral pada *Saka Guru* yang dapat mengakibatkan patahnya *Saka Guru* pada bagian yang berpotongan dengan *Sunduk-Kili/Pemanjang* akibat tumpuan *Saka Guru* yang bersifat sendi terpelanting ke samping mengikuti arah gaya lateral gempa

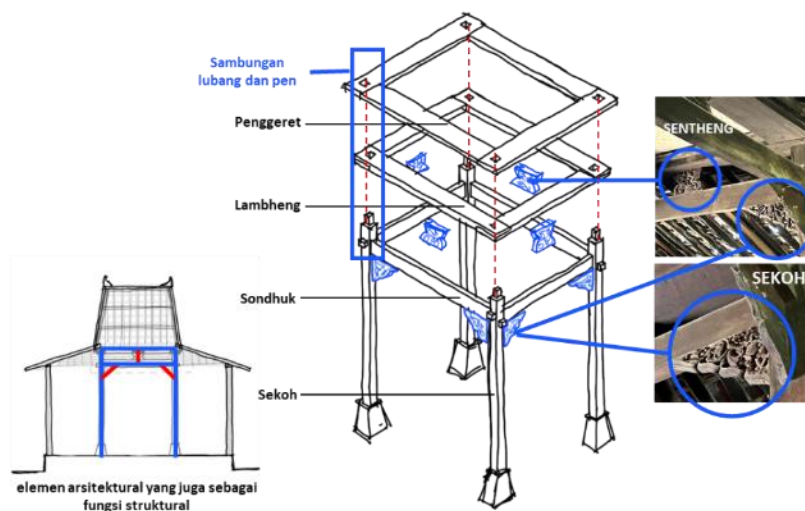
[13]. Selain itu Prihatmaji juga menyampaikan pengaruh terhadap kualitas serta dimensi kayu menentukan kekuatan dan kestabilan pada *Saka Guru* agar terhindar dari kelenturan yang beresiko patah. Hal tersebut karena pada temuannya terdapat kelemahan pada *Saka Guru* apabila dilakukan percobaan pada intensitas gempa zona 3 akibat gaya tekan dari *Tumpang sari* yang ada di atasnya, sementara balok blandar pada *Tumpang sari* serta *Sunduk Kili/Pemanjang* relatif stabil.



Gambar 7. Konstruksi Saka guru rumah Joglo
Sumber: Digambar ulang berdasarkan UNESCO, 2007

3.2. Detail tektonika pada empat tiang utama

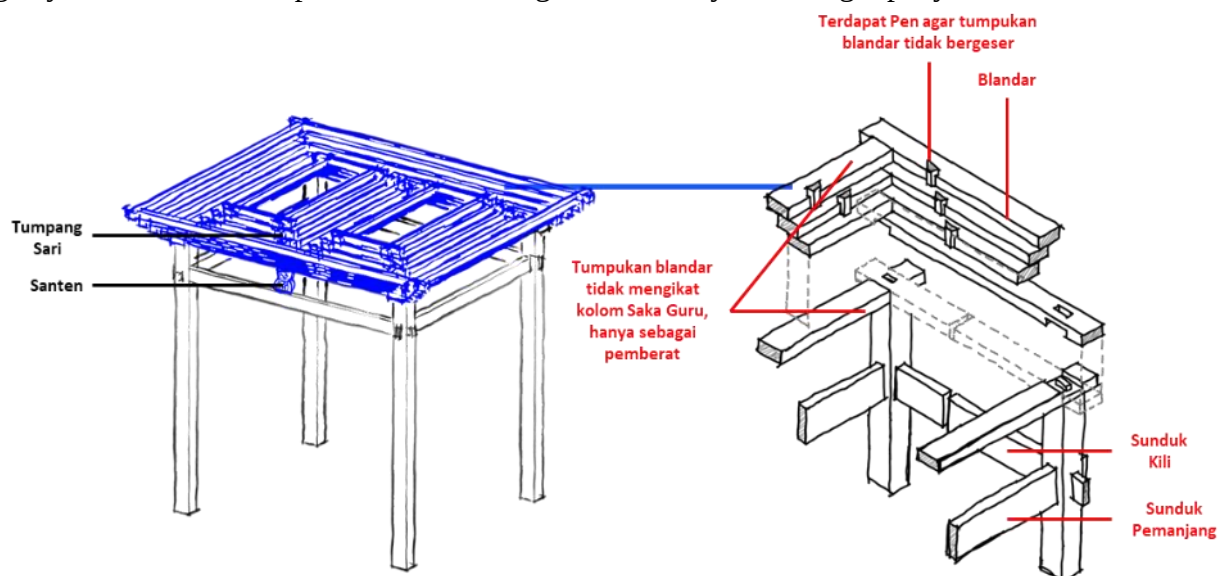
Pada rumah Bangsal memiliki konstruksi empat tiang utama (*Sasaka*) yang mengedepankan kekokohan, sehingga memiliki detail yang cukup sederhana dengan sambungan lubang dan pen untuk merangkai keseluruhan konstruksi *Sasaka*. Namun disana ditemui detail elemen yang cukup menarik yaitu *Sekoh*. *Sekoh* sebagai pengaku join antara *Sasaka* dan *Sondhuk* sehingga terbentuk Rangka Pemikul Momen. Secara tektonika elemen struktural ini justru diberi ukiran yang menciptakan estetika tersendiri. Selain itu pada bagian celah antara balok *Shonduk* dan balok *Lambheng* terdapat juga *Sentheng* yang tidak hanya sebagai ornamen arsitektural, tetapi juga struktural. *Sentheng* secara struktural fungsinya meneruskan beban dari atap (*penoon*) ke *Pengeret* / *Lembheng* lalu ke *Sondhuk*. Fungsi lainnya untuk menerima gaya geser lateral yang menyatukan *Pengeret* / *Lembheng* dan *Sondhuk* (lihat referensi 16), serta secara tektonika arsitektur juga terdapat ukiran. Beberapa ukiran yang ditemui di rumah Bangsal merupakan pengaruh dari akulturasi budaya Cina di pulau Madura saat masih menjadi salah satu jalur masuk perdagangan dan perekonomian di Indonesia.



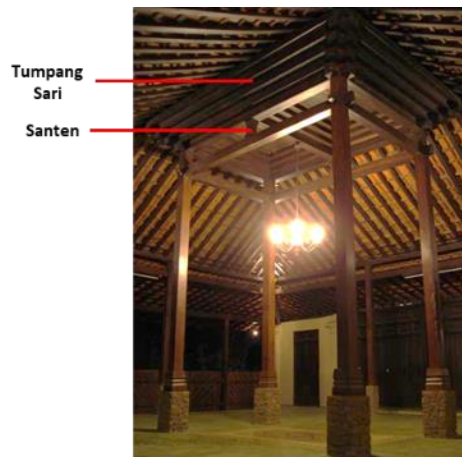
Gambar 7. Detail tektonika Sasaka rumah Bangsal

Detail tektonika yang menarik pada *Saka Guru* di rumah Joglo selain dari banyaknya ditemui ukiran, yaitu pada konstruksi *Tumpang Sari* nya. Sebelum memasang *Tumpang Sari* dipasang terlebih dahulu balok blandar pada *Saka Guru*. Sambungan pen dan lubang digunakan agar blandar yang akan difungsikan sebagai dudukan *Tumpang Sari* terkunci dengan kolom *Saka Guru*. Selanjutnya tumpukan blandar disusun di atasnya dan hanya diganjal menggunakan pen agar tidak bergerak. Konstruksi *Tumpang Sari* yang difungsikan sebagai pemberat untuk mencapai kekakuan pada konstruksinya menghadirkan nilai estetika tersendiri. Pada rumah Bangsal hanya mempunyai dua tumpukan, namun pada rumah Joglo mampu mencapai lima tumpukan hingga lebih, sehingga menciptakan kesan ruang berbentuk kerucut bertingkat yang indah pada konstruksinya.

Bentuk kerucut tersebut melambangkan hubungan antara manusia, alam, dan sang ilahi. Setiap tumpang dianggap sebagai tingkatan spiritual yang harus dicapai untuk mendekatkan diri kepada yang lebih tinggi, sehingga dapat diinterpretasikan bersifat Sakral. Oleh karena itu konstruksi *Saka Guru* dengan *Tumpang Sari* dibawahnya dijadikan sebagai ruang yang sifatnya sakral serta sebagai ruang inti. Selain itu *Saka Guru* di rumah Joglo juga mempunyai detail ornamen kecil yaitu *Santen*. *Santen* fungsinya memindahkan beban atap dari blandar *Tumpang Sari* ke sunduk [16]. Detail dan fungsinya tersebut sama seperti di rumah Bangsal Madura, yaitu sebagai penyalur beban.



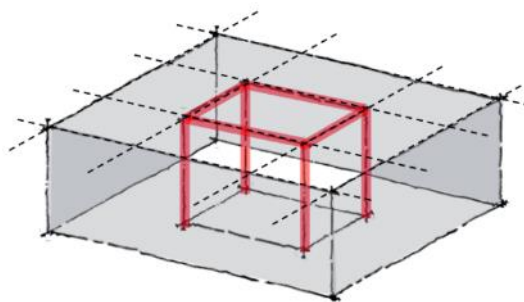
Gambar 7. Detail tektonika Saka guru dengan tumpang sari pada rumah Joglo
Sumber: Digambar ulang berdasarkan UNESCO, 2007 (kiri) dan Frick, 1997 (kanan)



Gambar 7. Konstruksi Saka guru dengan tumpang sari pada rumah Joglo
Sumber: Rajajoglo, 2011

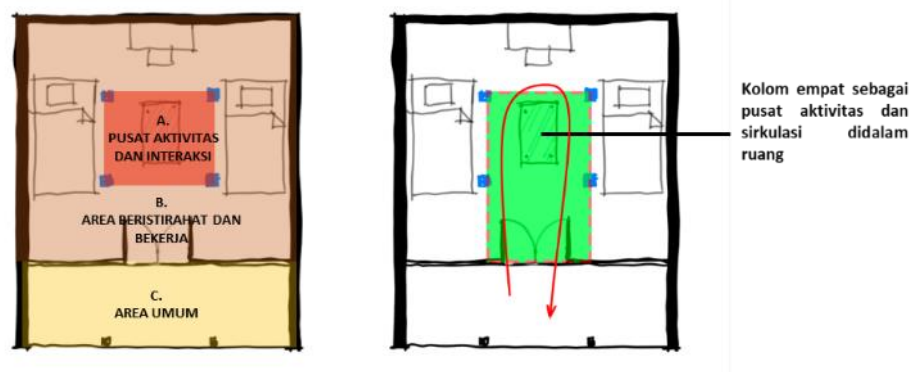
3.3. Keterkaitan empat tiang utama terhadap penciptaan ruang

Rumah Bangsal dan Joglo membentuk persegi panjang dengan empat tiang utama di tengah ruangnya, sehingga membentuk pola struktur grid. Pola dan penempatan struktur tersebut menciptakan kesan dan ekspresi yang menegaskan keseimbangan serta kekuatan pada strukturnya. Rangka pemikul momen yang terbentuk dari empat tiang yang didukung oleh elemen lainnya, menjadikannya sub struktur yang memberikan stabilitas pada seluruh struktur rumah Bangsal, yang dapat diartikan sebagai struktur inti. Namun, pada rumah Bangsal meskipun memiliki empat tiang utama untuk stabilitas, penempatan dinding yang asimetris (membentuk denah berbentuk U) cenderung berperilaku torsi saat terjadi gempa bumi. Apabila dindingnya tanpa kolom dan balok akan beresiko mengalami keruntuhan saat dilanda gempa, karena dinding pada rumah Bangsal juga merupakan penopang bagi konstruksi atap. Hal ini berbeda dengan rumah Joglo yang hanya memiliki tiang-tiang gravitasi di pinggir sekelilingnya. Tetapi pada rumah Joglo, empat tiang utama yang menjadi struktur inti justru menciptakan masalah terkait ketidakstabilan pada strukturnya.



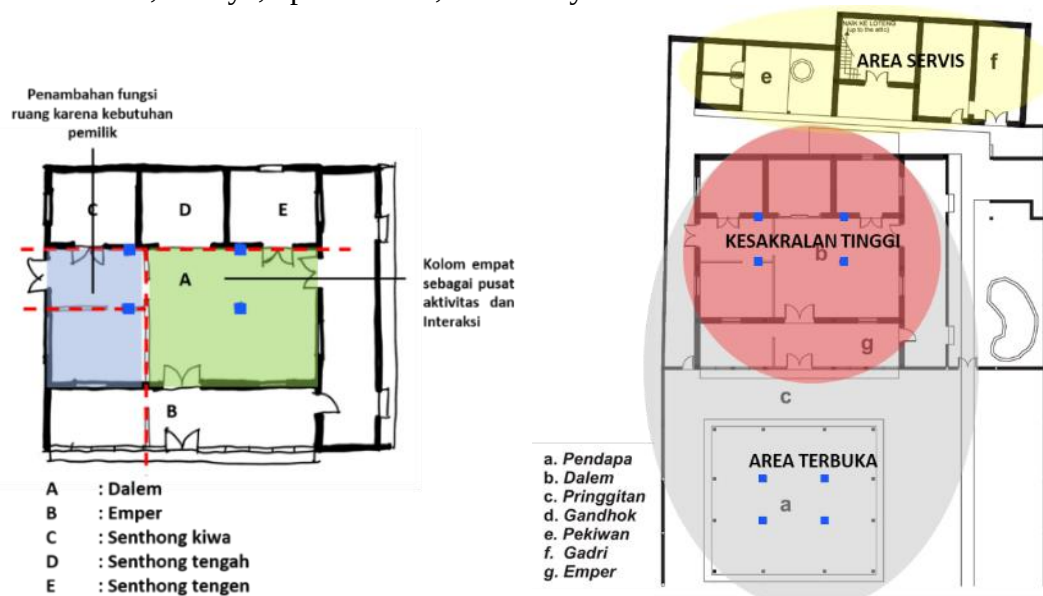
Gambar 9. Struktur terhadap ruang pada rumah Bangsal dan Joglo

Pada rumah Bangsal hanya terdiri dari teras (*amper*) dan ruang dalam yang sifatnya tunggal. Ruang dalam yang tunggal artinya ruang ini hanya terdiri atas satu ruang dan tanpa sekat sama sekali [17]. Namun dengan adanya empat tiang utama (*Sasaka*) yang terletak ditengah rumah, secara tidak langsung menciptakan pembagi ruang menjadi dua ruang tidur, meja tempat bekerja dan juga memunculkan batasan antar ruang secara semu. Sebagai tambahan, area di tengah empat kolom utama berfungsi sebagai pusat aktivitas, interaksi dan sirkulasi di dalam bangunan (lihat Gambar 8).



Gambar 10. Empat tiang utama terhadap penciptaan ruang di rumah Bangsal

Empat tiang utama (*Saka Guru*) pada rumah tradisional Joglo terletak di bagian *Dalem*. '*Dalem*' atau yang juga disebut sebagai rumah pokok, merupakan ruang dalam yang diperuntukkan bagi keluarga [18]. Selain itu pada bagian *Dalem* merupakan ruang dengan kesakralan tinggi. Pemilik rumah memanfaatkan ruang *Dalem* hanya untuk kegiatan spiritual seperti bersamadi atau 'laku prihatin', yaitu berdiam diri dalam keadaan terjaga sambil menjalani pantangan dan berpuasa sesuai dengan nazarnya [13]. Namun untuk saat ini, bagian *Dalem* yang memiliki *Saka Guru* tersebut menjadi tempat pusat interaksi dan aktivitas yaitu sebagai ruang keluarga bagi pemiliknya. Selain itu, secara tidak langsung, *Saka Guru* juga menjadi acuan untuk membagi antara ruang '*Senthong*' dan ruang keluarga (lihat Gambar 9). Pada denah tersebut, juga terdapat penambahan ruang karena adanya kebutuhan lain dari pemilik dan pembagiannya mengacu pada empat tiang utama tersebut. Disisi lain area *Pendapa* yang juga memiliki konstruksi sama seperti area *Dalem*, dimana konstruksi *Saka Guru* untuk menggambarkan pusat ruang, karena difungsikan sebagai pusat aktivitas sosial, budaya, upacara adat, dan lainnya.



Gambar 11. Empat tiang utama terhadap penciptaan ruang di rumah Joglo
Sumber: Digambar ulang berdasarkan UNESCO, 2007

4. Kesimpulan

Dengan adanya kemiripan dalam hal tektonika empat tiang utama, Namun tetap terdapat perbedaan karena faktor kebutuhan, budaya, dan letak geografis yang berbeda antar rumah Bangsal di Madura, dan rumah Joglo di Yogyakarta.

- a. Tektonika empat tiang utama pada dua objek komparasi memiliki perbedaan. Pada rumah Bangsal, tidak terdapat balok pemberat di atas empat tiang utama. Sementara itu, pada rumah Joglo, terdapat pemberat berupa tumpukan balok (*Tumpang Sari*) yang mencapai hingga 5 tumpukan agar meningkatkan kekakuan pada konstruksi *Saka Guru*. Namun *Tumpang Sari* ternyata juga memunculkan masalah lain, yaitu menyebabkan konstruksi menjadi tidak stabil.
- b. Detail tektonika pada empat tiang utama mempunyai fungsi campuran, bukan hanya sebagai estetika arsitektural tetapi juga elemen struktural. Komponen kecil seperti *Sekoh* dan *Senheng* berperan sebagai struktural yang juga diukir untuk menciptakan nilai estetika.
- c. Pola dan penempatan empat tiang utama (*Sasaka*) bersama dengan elemen *Penggeret*, *Lembheng*, *Senheng*, dan *Sonduk*, membentuk struktur inti yang memberikan stabilitas pada keseluruhan bangunan rumah Bangsal. Selain itu, tiang-tiang ini akan menciptakan kesan ruang yang kuat dan kokoh, sekaligus menjadi pusat aktivitas dan *center point* pada ruang tersebut. Pada rumah Joglo, keberadaan empat tiang utama juga merepresentasikan kesakralan area tersebut. Keberadaan empat tiang utama ini mempengaruhi pembagian ruang secara semu pada rumah Bangsal dan secara masif pada rumah Joglo.

Daftar Pustaka

1. I. Poerwaningtias, N. K. Suwanto, and L. Anik Mayani, *Rumah adat Nusantara*. Jakarta: Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa, 2017.
2. M. T. Mulyadi and D. Ratriningsih, "Penerapan konsep tektonika arsitektur pada perancangan Mangrove Edutourism Center di desa Kaliwlingi ,dusun Pandansari, Brebes, Jawa Tengah," *SIAR-II, Semin. Ilm. Arsit.*, vol. 8686, pp. 167–175, 2021.
3. B. Fauzy, "Tektonika dan tagam akulturasi arsitektur rumah tinggal di Sendangharjo Tuban," *J. Permukim.*, vol. 12, no. 2, p. 108, 2017, doi: 10.31815/jp.2017.12.108-115.
4. K. Frampton, *Studies in tectonic culture*. London: The MIT Press, 2001.
5. Y. T. Liu and C. K. Lim, "New tectonics: A preliminary framework involving classic and digital thinking," *Des. Stud.*, vol. 27, no. 3, pp. 267–307, 2006, doi: 10.1016/j.destud.2005.11.008.
6. K. Ran-Soo, "A Study on the definition of the term 'Tectonics' in architecture," *Archit. Res.*, vol. 8, no. 2, pp. 17–26, 2006.
7. Z. Rinaldi, A. W. Purwantiasning, and R. Dewi Nur'aini, "Analisa konstruksi tahan gempa rumah tradisional suku Besemah di Kota Pagaralam Sumatera Selatan," *Pros. "Seminar Nas. Sains dan Teknol.*, no. November, pp. 1–10, 2015, [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/461/427>
8. Anik Juniwati and Wanda Widigdo C., "Perlunya pengetahuan tektonika pada pengajaran struktur di arsitektur," *Dimens. (Jurnal Tek. Arsitektur)*, vol. 31, no. 2, pp. 120–123, 2003, [Online]. Available: <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/ars/article/view/16164>
9. SNI-1726-2002, "Standard perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung SNI-1726-2002," *Pus. Penelit. Dan Pengemb. Teknol. Permukim.*, vol. 7798393, no. April, p. 21, 2002.
10. I. K. Asmarani, A. Antariksa, and A. M. Ridjal, "Tipologi elemen arsitektur rumah Bangsal di desa Larangan Luar Pamekasan Madura," *Tesa Arsit.*, vol. 14, no. 1, pp. 10–22, 2017, doi: 10.24167/tesa.v14i1.514.
11. H. Sidik and Mahmudah, "BMKG sebut daerah istimewa Yogyakarta termasuk wilayah rawan gempa," *Antara News*. Accessed: May 16, 2024. [Online]. Available: <https://jogja.antaranews.com/berita/627042/bmkg-sebut-daerah-istimewa-yogyakarta-termasuk-wilayah-rawan-gempa>
12. UNESCO and Jogja Heritage City, "Pedoman pelestarian bagi pemilik rumah kawasan pusaka kotagede," 2007.
13. A. Santosa, M. Rachmawati, and V. T. Noerwasito, "Hibriditas tektonika arsitektur Joglo,"

- pp. 088–095, 2020, doi: 10.32315/sem.4.088.
14. J. Prijotomo, *(Re-)Konstruksi arsitektur Jawa (Griya Jawa dalam tradisi tanpatulisan)*. 2006.
 15. Y. P. Prihatmaji, “Perilaku rumah tradisional Jawa ‘Joglo’ terhadap gempa,” *Dimens. (Journal Archit. Built Environ.*, vol. 35, no. 1, pp. 1–12, 2007, doi: 10.9744/dimensi.35.1.1-12.
 16. M. Bisatya W. and P. Pamuda, “Santen-fuse As Anearthquake damper for Pendopo Joglo,” *Dimens. (Journal Archit. Built Environ.*, vol. 42, no. 1, 2015, doi: 10.9744/dimensi.42.1.1-8.
 17. L. Tulistyantoro, “Makna ruang pada Tanean Lanjang di Madura,” *Dimens. Inter.*, vol. 3, no. 2, pp. 137–152, 2005, [Online]. Available: <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/int/article/view/16389>
 18. M. D. N. Kiswari, “Identifikasi perubahan fungsi ruang pada rumah tinggal Joglo,” *J. Prax.*, vol. 2, no. 1, pp. 49–65, 2019.