

POLA BANGUN STRUKTUR KONSTRUKSI PADA ARSITEKTUR NUSANTARA YANG RESPONSIF DAN ELASTIS TERHADAP BEBAN

Failasuf Herman Hendra
Jurusan Teknik Arsitektur - ITATS

ABSTRAK

Keberadaan struktur sebagai elemen arsitektur adalah sangat penting. Bahkan arsitektur tidak akan berwujud tanpa adanya dukungan struktur sebagai penegak bangunannya. Arsitektur pada awalnya adalah struktur itu sendiri yang kemudian dihias dan disempurnakan (Collin, 1965). Struktur juga memberikan kontribusi dalam menentukan karakter estetik bentuk, prinsip organisasi ruang dan elemen arsitektur lainnya.

Eksistensi struktur dalam arsitektur nusantara khususnya arsitektur tradisional secara kasat mata banyak mendominasi performa dan tampilan arsitekturnya. Banyak potensi dari aspek struktur konstruksi dalam arsitektur tradisional yang belum tergali secara mendalam. Bukankah beberapa arsitektur tradisional terbukti telah mampu melewati ujian waktu dan tempat secara baik, maka tentunya ada yang istimewa diantara mereka.

Kondisi lingkungan dan geografis di nusantara yang berada pada zona laut dan jalur gempa, potensial terjadinya gempa bumi, angin ribut, dll. Hal ini membutuhkan konfigurasi struktur konstruksi yang responsif dan elastis terhadap berbagai macam beban guna mengantisipasi masalah tersebut.

Kajian dalam tulisan ini mencoba mengungkap dan menggali sebagian potensi struktur konstruksi arsitektur tradisional yang harus dipandang secara lebih arif mengingat banyak solusi tepat guna yang dapat diambil hikmahnya atau bahkan didaya gunakan sebagai wacana perancangan arsitektur Indonesia baru.

Kata kunci : struktur elemen arsitektur, potensi struktur konstruksi, arsitektur tradisional, responsif dan elastis beban

1. PENDAHULUAN

Wacana tentang arsitektur nusantara dengan salah satu wujudnya berupa arsitektur tradisional, sebagai warisan kekayaan masa lalu merupakan hal yang menarik untuk dikaji lebih lanjut, apalagi belum semua potensi didalamnya yang telah dikupas secara tuntas.

1.1. Selayang Pandang Arsitektur Nusantara

Arsitektur Nusantara yang ada di Kepulauan Indonesia dan sekitarnya merupakan arsitektur vernacular yang beraneka ragam wujud maupun coraknya. Arsitektur ini tumbuh dan berkembang dalam komunitas di suatu kawasan dalam kurun waktu sangat panjang, sepanjang sejarah dan peradaban manusianya. Perkembangan wujud arsitekturnya banyak didasari oleh upaya adaptasi dengan lingkungan, solusi terhadap pengaruh dan tantangan alam sekitar, termasuk juga manifestasi etika dan estetika

dari budaya suatu kelompok masyarakat dengan berbagai ekspresi dalam upaya mengaktualisasikan jati dirinya.

Arsitektur nusantara pada umumnya adalah arsitektur yang tercipta dan berkembang secara lokal, dimana interaksi atau keterkaitan antara arsitektur itu sendiri dengan proses ekologi, lingkungan setempat dan bahkan alam kosmos, sungai, gunung, angin, matahari adalah merupakan sesuatu yang sangat vital mempengaruhi kehidupannya. Arsitektur di sini merupakan jagad kecil (mikrokosmos) di dalam jagad besar (makrokosmos) alam semesta.

Kedekatan arsitektur dengan manusia / masyarakat serta lokalitas lingkungan setempat yang begitu erat tercermin pada tingkat peradaban dan kebudayaan kelompok masyarakatnya, tercermin pula pada wujud kecanggihan arsitekturnya yang banyak diwarnai oleh berbagai permasalahan yang harus dihadapi, dijawab dan diselesaikan oleh masyarakat itu sendiri secara cerdas dan bijak.

Arsitektur nusantara sebagai wujud karya budaya telah melewati proses yang sangat panjang, turun temurun dari generasi kegenerasi dan melewati pengujian waktu dan tempat yang biasa disebut dengan tradisi. Karena itu arsitektur nusantara lazim juga disebut dengan arsitektur tradisional yang ada di nusantara, walaupun tidak semua arsitektur nusantara merupakan arsitektur tradisional.

Tradisi membangun pada arsitektur nusantara ini menetapkan sejumlah aturan, tatanan dan norma yang begitu kompleks dan terkadang sangat rumit karena keterkaitannya dengan berbagai aspek kehidupan baik yang bersifat "ragawi" maupun "tan ragawi". Ada hal-hal yang dapat dijelaskan secara ilmiah dan rasional, tetapi ada pula yang bersifat metafisik yang sulit dijelaskan dengan rasio, namun kesemuanya dianggap satu kesatuan yang saling melengkapi. Tujuan akhirnya adalah menciptakan keselarasan dan keharmonisan antara manusia, bangunan dan lingkungannya.

Tradisi membangun pada arsitektur nusantara tersebut dalam proses perjalanannya selalu mendapat tantangan-tantangan, terutama dengan faham-faham yang bersifat praktis serta timbulnya kebutuhan akan efisiensi terutama untuk hal-hal yang bersifat irrasional. Namun tradisi ini dapat bertahan dengan membentuk mekanisme keseimbangan atau keajegan dengan cara menyesuaikan diri dan modifikasi dalam batas-batas yang masih dapat ditolerir. Karena sesuai dengan konsep tradisi itu sendiri yang senantiasa berkembang dan beradaptasi sesuai dengan ruang dan waktu. Hal ini menjadikan suatu bangun arsitektur tersebut menjadi tetap eksis dan perkasa secara teknis maupun eksistensial dalam kurun waktu yang relatif panjang dari generasi ke generasi, sebelum mengalami kemunduran dengan datangnya masa penjajahan di wilayah nusantara ini.

Eksistensi struktur konstruksi pada arsitektur tradisional di nusantara merupakan salah satu 'guide lines' dalam pengembangan ruang hidup dalam berarsitektur. Dengan demikian struktur konstruksi sebagai elemen arsitektur yang esensial banyak mendominasi wujud hingga tampilan arsitekturnya. Arsitektur pada mulanya adalah struktur itu sendiri yang kemudian dihias dan disempurnakan (Collin, 1965). Pernyataan ini sangat sesuai dengan eksistensi dan

perkembangan arsitektur tradisional di nusantara.

Ekspresi struktur sebagai bagian arsitektur menampakkan tipologi yang didasari oleh sifat adaptasi terhadap alam sekitar, pemahaman teknologi dalam membantu untuk mengatasi permasalahan hidup keseharian, serta upaya menunjukkan jati diri dan perasaan estetik dalam tradisi yang biasa dilakukan dalam membangun suatu arsitektur yang khas.

Wacana dalam paparan ini adalah upaya menggali kembali potensi aspek struktur konstruksi yang ada pada arsitektur nusantara khususnya arsitektur tradisional, menyangkut prinsip umum tentang sistem struktur konstruksi, dan juga tentang pola bangun struktur konstruksi yang fleksibel dan responsif dalam menahan dan menyalurkan beban, seperti pada Arsitektur Tradisional Jawa, Bali, Batak, Toraja dan sebagainya. Walaupun secara detail terdapat banyak perbedaan rinupa dalam ekspresi wujud ragawi, namun secara prinsip sistem dari struktur konstruksi menunjukkan indikasi akan pola kemiripannya. Hal ini tentunya tidak terlepas dari pengetahuan dan pemahaman tentang statika, gejala gaya dan kekuatan bahan pada masyarakat nusantara tersebut secara intuitif dan empiris dalam merespons lingkungan sekitarnya.

Kondisi geografis dan lingkungan yang sedemikian rupa memberikan pemikiran yang eksploratif serta penyelesaian-penyelesaian yang tepat guna pada struktur konstruksi secara arif, walaupun hanya ditunjang ilmu pengetahuan dan teknologi konstruksi yang relatif sederhana.

1.2. Fungsi dan Peran Struktur dan Konstruksi pada Arsitektur Nusantara

Fungsi bangun struktur konstruksi dalam arsitektur adalah sebagai penegak bangunan, penentu karakter estetik bentuk dan prinsip organisasi ruang, dimana manusia sebagai penggunanya memanfaatkan ruang didalamnya. Pengguna atau penghuni dengan tingkah lakunya menjadi bagian dari arsitektur yang akan menghidupkan arsitektur tersebut. Pengembangan struktur konstruksi sebagai bagian arsitektur adalah dipengaruhi dan mempengaruhi penghuni atau pengguna

(Sipak Rerek dalam *Architektur als Vermittlung*, 1980). Arsitektur tradisional di nusantara juga harus memainkan perannya sebagai jagad hidup bagi manusia dan ini merupakan prinsip yang sangat penting.

Arsitektur tradisional di nusantara pada umumnya dipandang sebagai jagad kehidupan yang memiliki roh / jiwa sehingga dapat mempengaruhi proses kehidupan manusia itu sendiri. Antara arsitektur, lingkungan dan manusianya mempunyai ikatan jiwa yang begitu kuat dan harmonis. Setiap penyelesaian elemen arsitektur termasuk diantaranya struktur konstruksi tentunya sudah harus mempertimbangkan kaidah kesesuaian dan ketepatan menurut alam pikir, kebutuhan dan keberadaan mereka. Struktur bangunan dikonfigurasi dengan mengacu pada anggota tubuh manusia.

Peran pokok struktur adalah menciptakan bentuk dan mengorganisasikan ruang arsitektur sebagai jagad hidup manusia (mikrokosmos). Walaupun dalam kapasitas terbatas, namun sesungguhnya ide untuk menyelesaikan permasalahan tentang struktur konstruksi pada masyarakat di nusantara adalah sangat bijaksana, rasional dan tepat guna.

1.3. Permasalahan

Sejauhmana pertimbangan pengaruh beban, gejala gaya dan mekanika, didaya gunakan dalam konfigurasi struktur konstruksi pada arsitektur tradisional di nusantara, serta bagaimanakah prinsip serta pola bangun struktur konstruksi beserta wujud ekspresinya yang banyak dikembangkan pada beberapa arsitektur tradisional di nusantara.

1.4. Tujuan dan Manfaat

Kajian pustaka serta penjelajahan di sini adalah guna menggali potensi estetis terkait dengan sifat responsif dan elastisitas dalam konfigurasi struktur konstruksi pada arsitektur nusantara khususnya arsitektur tradisional sebagai wacana pengembangan bagi arsitektur Indonesia baru yang bersumber dari keanekaragaman kekayaan "wujud, rupa dan varian" arsitektur masa lalu guna diaktualisasikan untuk arsitektur masa kini yang menghargai nilai dan warna lokal.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka ataupun analisis merupakan upaya dalam mengemukakan dasar teori, prinsip dan mekanisme sistem serta beberapa aplikasi di lapangan yang ditindak lanjuti dengan proses penjelajahan obyek arsitektur yang dipandang representatif secara lebih mendalam.

2.1. Pemahaman Struktur Konstruksi

Dalam konteks arsitektur, pengertian struktur terkait erat dengan pengertian konstruksi dimana struktur memiliki arti suatu sistem yang menahan bangunan tetap berdiri sedangkan konstruksi berarti rakitan dari komponen bangunan beserta proses dan teknologi membangunnya. Struktur bangunan merupakan penjelmaan ekspresi dari sistem konstruksi yang memenuhi suatu fungsi dalam dengan tepat akan memancarkan keindahan yang logis.

Struktur bangunan pada dasarnya memecahkan dua persoalan, yakni persoalan teknik dan persoalan estetika termasuk pembentukan ruang.

Persoalan teknik adalah kekokohan bangunan terhadap pengaruh luar maupun beban sendiri yang bisa mengakibatkan perubahan bentuk atau bahkan robohnya bangunan.

Persoalan estetika merupakan persoalan arsitektur yang kompleks menyangkut keindahan bangunan keseluruhan, konteks lingkungan, budaya dan lain-lain hingga kualitas arsitekturnya sendiri.

Menurut Pier Luigi Nervi (1956) yang menyatakan bahwa : apabila penemuan struktur memperbolehkan pemecahan yang efisien tentang problema-problema baru yang dihadapkan sehari-hari oleh aktifitas yang selalu bertumbuh di dalam konstruksi bangunan, haruslah struktur itu menuju kepada kombinasi yang harmonis antara intuisi pribadi kita dengan kenyataan non pribadi yang menjadikan struktur realistik dan kuat. Pendapat ini menegaskan kenyataan tentang perkembangan struktur konstruksi pada arsitektur tradisional di nusantara.

Peran struktur dan konstruksi pada arsitektur nusantara tidak terlepas dari konsep

deretan peristiwa dalam dunia mikrokosmos yang bersangkutan yang harus didamaikan di dalam tembok yang mengelilingi tempat tinggal tradisional tersebut (Suryadi Santoso, 1981). Pengetahuan tentang tahapan penyucian menerangkan latar belakang pembentukan ruang tradisional dan persoalan struktur konstruksi juga. Pendekatan kearah teori arsitektur menurut tahapan penyucian berdasarkan atas beberapa karya penelitian, memperlihatkan bahwa "pamidangan" (panjang balok) dan ukuran, bahan bangunan, konstruksi bangunan hingga pembentukan atap tradisional didasarkan pada tahapan penyucian tertentu dan untuk itu dibutuhkan dukungan dengan patokan atau ada aturan ilmu ukur yang dapat membantu (Heinz Frick, 1997). Ada Primbon di Jawa, Parembun di Madura, Hastakosala-Hastakosali di Bali, Tajul Muluk di Sumbawa.

Dalam tinjauan aspek teknik, penciptaan dan pengembangan pola struktural menunjukkan ciri-ciri tektonika. Ekspresi bentuk-bentuk konstruksi hasil dari sebuah sistem struktur dikenal dengan tektonika. Struktur tercipta dan dikembangkan dengan merakit elemen-elemen serta unit-unit yang berulang (modul). Terminologi tektonika juga mengarah pada estetika yang timbul dari suatu teknologi membangun yang berkaitan dengan ekspresi bentuk yang dihasilkan oleh bangun struktur, konstruksi dan bahan. Menurut Adolf Heinrich Borbein, 1982 (dalam Frampton, 1995) diungkapkan bahwa tektonika menjadi seni dari pertemuan atau sambungan; seni dalam hal ini ditekankan pada 'tekne', sehingga tektonika ternyata bukan hanya bagian dari bangunan tetapi juga obyek atau sebagai karya seni pada arti yang lebih sempit. Prinsip tektonika dapat ditelusuri mulai dari pedoman penentuan ukuran satuan, penetapan modul fungsi serta modul struktur, sistem membangun dengan merakit konstruksi sambungan, proses pendaya gunaan bahan lokal secara optimum, hingga wujud rangkaian sistem struktur dan konstruksi yang terjadi. Ada suatu 'guide lines' atau pola yang khas dan berulang dalam tektonika penciptaan arsitektur tradisional di nusantara. Pola dalam hal ini merupakan proses yang melahirkan sesuatu aturan yang menentukan bagaimana manusia harus menciptakan sesuatu.

Dalam teori bahasa pola '...suatu alasan struktural dari arsitektur yang

menyatakan struktur atau penggunaan pikiran struktural...apakah struktur tersebut dinamakan struktur, tipe atau pattern (pola) dan penggunaan tersebut dinamakan jaringan pemukiman, kota atau ruang hidup seperti dibayangkan oleh strukturalis Van Eyck, Hertzberger ...atau Christopher Alexander, 1977', dinyatakan bahwa bangunan tradisional yang didirikan oleh penghuninya sejak berabad abad dengan menggunakan bahasa pola telah memberikan kecakapan untuk menciptakan bermacam-macam wujud gedung, sebagaimana bahasa mempunyai potensi untuk membentuk bermacam-macam kalimat dengan kosakata yang terbatas sekalipun. Dalam arsitektur tradisional, pengertian arsitektur selalu dikaitkan dengan bahasa pola dalam pembentukan, pembangunan dan cara membangun, ini merupakan inti sejarah setiap arsitektur lokal atau regional (vernacular) sebagaimana pada arsitektur nusantara ini.

Arsitektur berdasarkan tradisi-tradisi yang ada di nusantara, dalam penciptaan dan pengembangannya selalu mengalami proses penyempurnaan pada :

- Patokan dan ukuran bangunan, unit, modul hingga keseluruhan.
- Struktur pembentuk ruang dan pengorganisasi ruang fleksibel
- Proses penyucian pada bagian yang metafisis
- Perlakuan material, konstruksi dan teknik bangunan yang lebih baik
- Bahasa pola bentukan arsitektur nusantara untuk fungsi yang berkembang

Jelaslah bahwa karya cipta arsitektur tradisional termasuk dalam aspek struktur konstruksinya merupakan karya cipta yang adiluhung yang mana segala sesuatunya telah dipertimbangkan dengan cara yang arif. Suatu fungsi yang berbeda akan ditentukan dengan ukuran, skala dan bentuk yang berbeda pula serupa dengan kaidah 'form follow culture' yang secara universal dijumpai pada arsitektur besar di dunia.

3. METODOLOGI

Kajian ini beranalogikan model riset historis yang bersifat deskriptif karena subyek bahasan terkait dengan sejarah dan peninggalan masa lalu.

arsitektur tradisional atau juga arsitektur vernacular yang dipengaruhi dinamika dan perkembangan yang terjadi pada komunitas masyarakat dalam suatu kawasan. Bangun struktur konstruksi pada arsitektur jenis ini banyak diilhami oleh '*problem solving*' serta analogi struktur konstruksi yang tumbuh di alam serta fenomena yang menyertainya, seperti struktur biomorfik dan sebagainya.

2.2. Parameter Struktur

Suatu penyelesaian struktur konstruksi dapat dikatakan optimal, apabila memenuhi beberapa ketentuan sebagaimana dipersyaratkan dalam parameter struktur secara ideal, seperti :

- Fungsional, memenuhi kebutuhan secara tepat guna.
- Kuat & rigid, mempunyai daya tahan terhadap pengaruh beban.
- Stabil & seimbang, kemampuan untuk menahan terjadinya perubahan bentuk.
- Ekonomis, pilihan yang mempunyai efektifitas dan efisiensi yang tinggi.
- Estetis, memiliki nilai keindahan, proporsional, tepat dalam ruang dan waktu.

Tingkat penyelesaian dan kompleksitas dalam memenuhi persyaratan parameter struktur pada berbagai arsitektur nusantara secara relatif memang tidak sama, akan tetapi cukup untuk kondisi dan kebutuhan yang ada pada lingkungan dan juga pada jamannya (telesic).

2.3. Respons dan Elastisitas Struktur Konstruksi Terhadap Beban

Secara umum elastisitas dapat diartikan sebagai toleransi pergerakan suatu sistem akibat tekanan atau tarikan dari luar terhadap sistem tersebut. Menurut Robert Hooke (1635-1703) dikatakan bahwa elastisitas adalah perubahan karena adanya pergerakan akibat tegangan dan kemudian kembali ke posisinya semula setelah tegangan tersebut diiadakan.

Dalam konteks struktural elastisitas adalah berarti suatu pergeseran / deformasi yang diijinkan pada suatu sistem struktur sebagai akibat adanya beban, tekanan, tarikan, geser ataupun momen. Sudah barang tentu pergerakan tersebut memiliki batas-batas

tertentu bergantung pada tingkat respons dan elastis dari sistem struktur tersebut.

Khusus elastisitas pada sistem konstruksi akan bergantung pada dua faktor, yaitu karakter / modulus elastisitas bahan dan elastisitas konstruksi / joint dari sambungannya sendiri. Pada arsitektur tradisional di nusantara, elastisitas struktur dan konstruksi lebih banyak tertumpu pada modulus elastisitas bahan alam seperti kayu dan bambu yang digunakan serta elastisitas akibat konfigurasi dari sistem sambungan konstruksinya dari yang sederhana sampai yang rumit akan tetapi cukup fleksibel untuk tingkat-tingkat kebutuhan tertentu. Tuntutan akan responsif dan elastisitas struktur konstruksi terjadi sebagai konsekuensi dari keberadaan bumi nusantara yang berada pada zona laut yang banyak angin, jalur tektonik yang banyak gunung berapinya serta intrusi air laut yang besar menyebabkan struktur tanah menjadi kritis. Kondisi lingkungan serta geografis yang demikian dipenuhi energi alam yang dapat mengakibatkan terjadinya gempa, banjir, angin ribut dan sebagainya.

Dengan kondisi alam seperti ini arsitektur nusantara membutuhkan suatu bangun struktur dan konstruksi yang elastis dan sekaligus responsif terhadap aneka macam beban guna mengantisipasi permasalahan bahaya alami tersebut.

2.4. Pendekatan dalam Pengembangan Pola Struktural

Dalam perspektif tradisional jagad arsitektur analog dengan manusia yang berkaitan dengan aspek fisik dan non fisik. Struktur konstruksi sebagai bagian arsitektur pada satu sisi merupakan aspek teknik dan pada sisi lainnya merupakan aspek estetika termasuk simbolik serta interpretasi ritual berkaitan dengan lambang dan aturan kosmis. Pola struktural tercipta dan berkembang disesuaikan dengan kebutuhan serta mengacu pada ukuran-ukuran antropomorfik yang mengacu pada anggota tubuh manusia penggunaannya.

Untuk menyempurnakan karya cipta, struktur konstruksi sebagai bagian dari arsitektur juga harus mengalami proses atas dasar tahapan penyucian tertentu (aturan-aturan yang bersifat mistis), dimana setiap perubahan pada suatu titik tertentu membutuhkan suatu

Pembahasan kajian menggunakan pendekatan "diagnostic study" dipadukan dengan "theoretical studies" serta interpretasi hasil pengamatan visual obyek.

Penggalian data dan informasi melalui penjelajahan dari berbagai sumber, yakni : dokumentasi sejarah arsitektur, foto, sketsa, buku referensi serta hasil pengamatan visual obyek di lapangan.

Data dan informasi kemudian dianalisis secara kualitatif, diinterpretasikan dan selanjutnya disimpulkan.

4. PEMBAHASAN

Pembahasan lebih didasarkan pada kajian dan penjelajahan obyek-obyek arsitektur tradisional di nusantara, khususnya pada arsitektur tradisional yang cukup mapan dan dominan yang biasanya berada dalam suatu komunitas masyarakat yang besar.

4.1. Bangun Struktur Yang Mempengaruhi Tampilan Arsitektur

Struktur pada arsitektur tradisional terbagi atas 3 bagian, yaitu : bagian kaki (dasar / landasan), bagian badan (penyangga utama / penopang atap), bagian kepala (atap). Masing-masing bagian memiliki konstruksi dengan kekakuannya sendiri-sendiri. Selanjutnya antar bagian dikaitkan antara satu dengan lainnya secara fleksibel.

Struktur utama baik yang berkolong maupun tidak, biasanya ditempatkan pada suatu landasan umpak setempat dengan konstruksi berupa perletakan secara sederhana. Struktur utama ini berperan sebagai badan bangunan. Diatas struktur utama diletakkan atap sebagai penjelmaan kepala dengan tampilan yang sangat kuat dan menonjol sebagai penghargaan pula terhadap alam atas, dimana konstruksinya / joint sendi kaku yang cenderung jepit. Atap yang dominan ini pula yang membedakan wujud arsitektur satu dengan lainnya. Ada dua kecenderungan tipologi bentuk atap, yakni atap tipe Dong Son Vietnam dan atap tipe India.

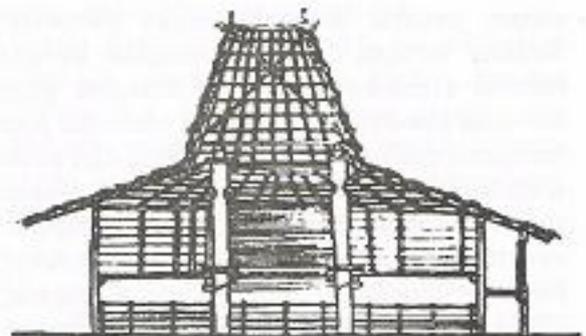
Atap tipe Dong Son banyak mendaya gunakan konsep struktur "funicular", salah satu cirinya adalah bubungan atap yang melengkung (nok lendut) dan adanya gewel sopi-sopi miring

untuk mengimbangi nok lendut (sebagai *counter weight deflection*) tersebut.

Sedangkan atap tipe India banyak mendaya gunakan konsep struktur "bidang rangka kaku", cirinya adalah terjadinya geometri bentuk atap secara tegas, seperti limas, prisma dan sebagainya serta rangka atap dipenuhi kasau dan bidang-bidang penutup atap ibarat payung kaku.



Gambar 1. Atap Type Dong Son



Gambar 2. Atap Type India

Tampilan arsitektur tradisional di nusantara didominasi struktur sebagai elemen estetis ditambah lagi ornamentasi pada detail konstruksi yang menegaskan akan ekspresi kekuatan dan keindahan strukturnya.

4.2. Kategorisasi Bentuk dan Ekspresi Bangun Struktur Konstruksi

Secara umum terlihat bahwa arsitektur tradisional di nusantara ini menggunakan dasar struktur rangka, karena sifatnya yang fleksibel disamping beban struktur itu sendiri yang relatif ringan. Prinsip bangun struktur konstruksinya banyak menunjukkan kemiripan dalam sistem dan mekanismenya,

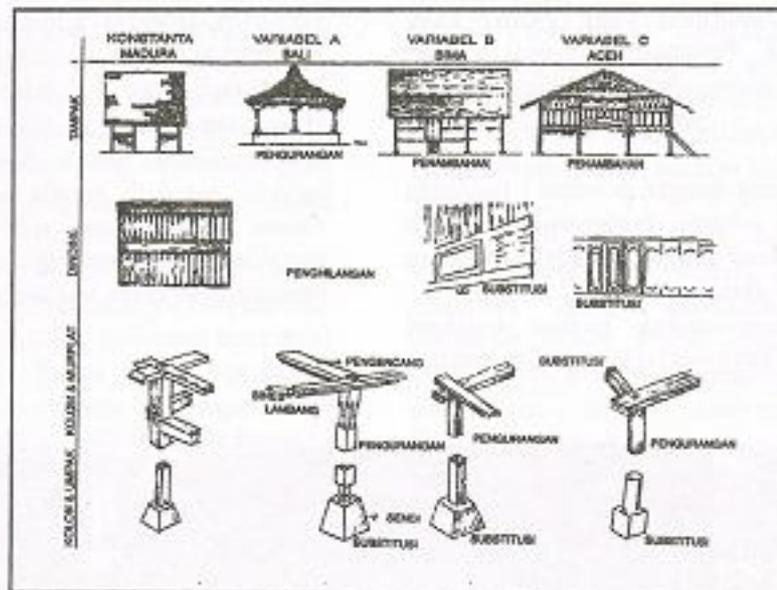
dengan kata lain ada kesinambungan antara arsitektur tradisional suatu daerah dengan daerah lainnya namun dalam ekspresi bentuk akhirnya banyak improvisasi berupa varian-varian bentukan ragawi yang beraneka ragam mengikuti estetika setempat. Kalau digeneralisasikan adanya kemiripan pola, kedekatan unsur dan kesinambungan wujud tersebut kemungkinan besar disebabkan asal-usul atau kedekatan kekerabatan dari masyarakat di nusantara ini yang sudah terjalin semenjak lama.

Pendaya gunaan mekanisme beban, gejala gaya serta kekuatan bahan diekspresikan dalam konfigurasi struktur konstruksi secara ekspose. Ekspresi dari struktur rangka kaku sebagai penopang utama bangunan yang dipadukan dengan sekat-sekat partisi ringan nampak jelas anatominya. Menegaskan suatu kekokohan dan keindahan struktur

diantaranya dengan mengolah detail konstruksi plus ornamentasi dengan pola maupun langgam yang dipengaruhi budaya tertentu.

Tipologi bentuk atap dengan konstruksinya yang khas merupakan karakteristik yang membedakan arsitektur suatu daerah dengan daerah lainnya.

Apabila kita telaah lebih lanjut, maka wujud struktur konstruksi dengan keaneka ragamannya apabila diperbandingkan akan diperoleh suatu pola transformasi varian dari wujud dasar dengan pengayaan dalam kategorisasi berupa conjunction, disjunction, negation, dan equivalency (Donald Preziosi, 1981). Untuk lebih sederhananya pengertian tersebut dimodifikasi menurut kategori penambahan, pengurangan, penggantian dan hapusan, dengan contoh wujud yang terjadi seperti terlihat pada gambar berikut ini :



Gambar 3. Perbandingan struktural arsitektur tradisional pada kawasan yang berbeda-beda (Sumber : Pasang-surut Arsitektur di Indonesia, oleh Josef Prijotomo, 1988)

4.3. Penjelajahan Sistem dan Bentuk Struktur

Sistem struktur pada arsitektur nusantara sebagaimana nampak pada gambar perbandingan sistem struktur diatas, menggunakan dasar sistem struktur rangka yaitu : struktur rangka kolom-balok dan / atau busur kubah dengan teknik sambungan yang membentuk sendi kaku, apitan dan geser.

Struktur rangka tersebut menjadi penopang utama bangunan karena sifatnya yang fleksibel baik dari segi fungsi maupun sebagai kerangka penegak bangunan. Sistem struktur berprinsip pada tahan tarik, tahan tekan dan tahan tekuk.

Dalam perspektif tradisional, arsitektur diibaratkan sebagaimana halnya manusia yang secara fisik mempunyai kerangka penyangga tubuh yang fleksibel. Karena itu arsitektur

Juga terdiri atas bagian kepala, badan dan kaki layaknya manusia.

Bagian kepala analog dengan atap yang mempunyai bentuk dengan dua kecenderungan tipologi bentuk atap yaitu atap tipe Dong Son atau atap tipe India. Atap tipe Dong Son yang mendaya gunakan struktur funicular terdapat pada arsitektur tradisional Toraja, Minangkabau, Batak, Nias, Aceh, Banjar, dan sebagainya. Sedangkan atap tipe India yang mendaya gunakan struktur bidang rangka kaku terdapat pada arsitektur tradisional Jawa, Madura, Bali, Sumba, Flores, Timor, dan sebagainya.

Bagian kepala ini sangat dominan yang membedakan tipologi arsitektur tradisional yang satu dengan yang lainnya.

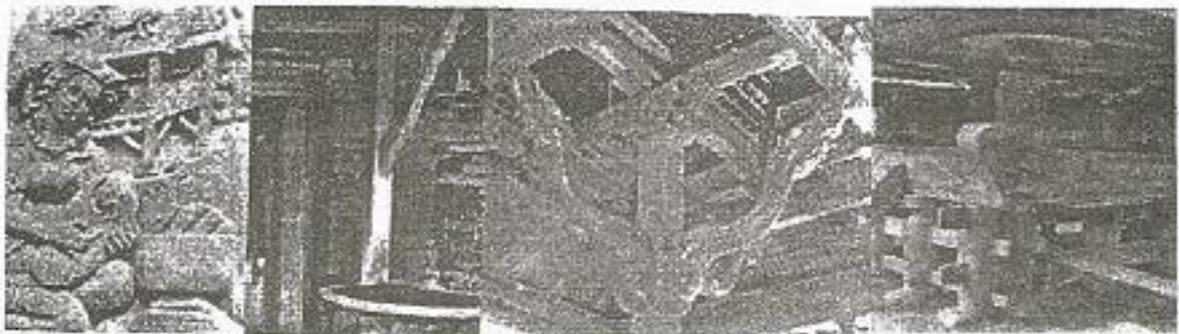
Bagian badan analog dengan penopang atap serta ruang fungsional di bawah atap yang mendaya gunakan struktur rangka kolom-balok dan / atau busur-kubah dengan sambungan tusuk atau pen untuk mendapatkan konstruksi yang relatif kaku namun fleksibel. Penataan unit-unit rangka dari struktur disesuaikan dengan ukuran antropomorfik pengguna maupun kelipatannya.

Bagian kaki analog dengan pondasi / landasan yang berfungsi sebagai perletakan unit-unit rangka dari struktur dengan mendaya gunakan umpak dari batu alam.

Walaupun masing-masing bagian terdapat penyelesaian konstruksinya sendiri-sendiri,

akan tetapi satu dengan lainnya dapat membentuk suatu sistem struktur yang kompak dan kaku (rigid). Stabilitas bangunan tercipta dari keterpaduan bagian struktur yang saling mendukung satu dengan lainnya.

Jadi pada garis besarnya bangun struktur dan konstruksi pada arsitektur tradisional di nusantara, memiliki sistem dimana seluruh struktur dan konstruksi saling terkait satu dengan lainnya yang tak dapat dipisahkan begitu saja, antara yang satu dengan lainnya saling mengunci. Sistem seperti ini memiliki kekokohan ikatan yang bertingkat-tingkat, "redundans" serta elastis terhadap beban, ini dikarenakan sambungan seperti pen menerus / tusuk antara balok dengan kolom dengan cara memasukkan balok ke kepala kolom misalnya, merupakan cara penyelesaian konstruksi yang sederhana namun rigid dan stabil dalam pengantisipasi pengaruh gaya serta penyaluran gaya secara efisien. Sedangkan untuk meningkatkan performa struktur konstruksi baik stabilitas, kesetimbangan dan kekakuan, maka setiap konstruksi atau sambungan diberi "kloos, skoor atau kapital" yang dipenuhi olahan detail. Kloos, skoor dan juga kapital ini bahkan menjadi media yang cukup efektif dalam memberikan nilai tambah estetika tampilan struktur dengan dihidirkannya ornamantasi pada bagian konstruksi tersebut.



Gambar 4. Kekokohan bagian struktur diekspresikan dengan detail konstruksi plus ornamentasi

Penentuan ukuran hingga modul struktur pada arsitektur tradisional senantiasa mengacu pada anggota tubuh manusia yang menghuninya. Selain itu faktor skala, ketepatan jumlah hitungan dari ukuran masing-masing unit ruang yang dibentuk oleh struktur, dipercaya ada pengaruhnya terhadap kehidupan penghuninya. Hal ini nampak kental pada arsitektur tradisional Jawa, misalnya.

4.4. Penjelajahan Konstruksi dan Bahan

Sistem konstruksi dan sambungan yang umum dipakai adalah rangka petak ataupun rangka busur, karena bahan yang dipakai seperti kayu atau bambu memiliki bentang yang relatif pendek. Teknik sambungan biasa menggunakan sambungan tusuk dan lubang dengan pen serta sambungan ikat dengan tali dan jepit yang selanjutnya bersama dengan kloos atau skoor berfungsi sebagai pengunci atau pengatur kestabilan dan kekakuan konstruksi secara keseluruhan. Setiap konstruksi sambungan dan pertemuan / joint selalu menggunakan prinsip-prinsip sendi, apitan atau geser yang memungkinkan elastisitas konstruksi secara umum dapat tercapai.

Material / bahan konstruksi yang umum dipakai adalah bahan kayu dan bambu, karena mudah didapat dari berbagai tempat di santero nusantara. Balok kayu digunakan sebagai bagian atau elemen bangunan yang memiliki fungsi utama struktural. Sedangkan bambu ataupun papan dipakai sebagai bagian atau elemen penyekat maupun sebagai bahan finishing. Ide maupun teknik penggunaan bahan seperti ini justru paling cocok untuk kondisi ekologi lingkungan dan keadaan alam setempat, karena memungkinkan diterapkannya struktur konstruksi yang fleksibel terhadap pengaruh alam setempat.

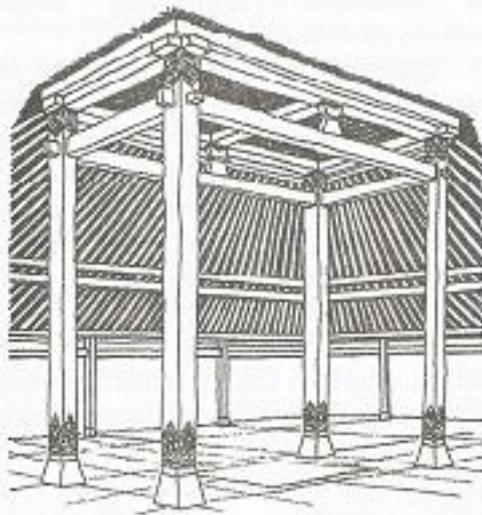
Sistem konstruksi kolom-balok, dimana secara umum balok berfungsi sebagai pengikat / penyambung antar kolom satu dengan kolom lainnya. Jarak antara kolom satu dengan lainnya diatur berdasarkan modul (pamidangan, Jawa) yang dipengaruhi ukuran anggota tubuh manusia penghuninya. Sedangkan pertemuan antara kolom dengan permukaan tanah biasanya diselesaikan dengan menempatkan tumpuan umpak batu kali / batu gunung dengan prinsip perletakan

sendi sederhana yang akan bergeser seluruhnya apabila ada gempa.

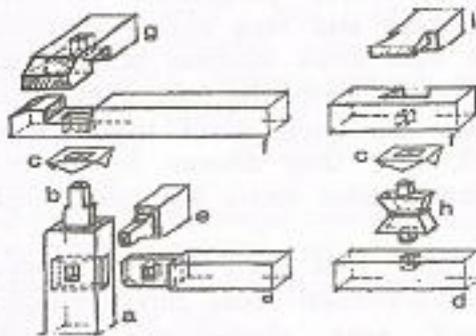
Sistem lantai di dalam bangunan yang ditinggikan / diangkat dari permukaan tanah adalah untuk mengantisipasi adanya pengaruh gangguan dari alam seperti banjir, gangguan binatang, juga bermanfaat untuk utilitas atau areal servis bahkan juga untuk kandang binatang dan sebagainya, tergantung kondisi kolong yang terjadi.

Sistem konstruksi atap pada umumnya dilandasi konsep struktur funicular pada tipe atap Dong Son atau struktur bidang rangka kaku pada tipe atap India, baik yang ditopang kuda-kuda maupun yang tidak ditopang kuda-kuda. Disamping itu ada pendaya gunaan prinsip diafragma bidang dan segitiga pengaku untuk meningkatkan kestabilan, kekakuan ataupun performa strukturnya dengan berbagai ekspresi bentukan. Prinsip penggunaan konstruksi bidang kaku atau yang sejenis ini adalah sangat tepat untuk memikul beban lateral seperti angin, gempa dan sebagainya. Bahan penutup atap yang relatif ringan seperti rumbia, ijuk, sirap disusun berlapis-lapis selanjutnya diikat secara kuat pada rangka atap.

Jadi pada garis besarnya bangun struktur konstruksi sudah dipertimbangkan responsif serta elastisitasnya terhadap pengaruh beban seperti angin, gempa atau gerak tanah disamping beban struktur sendiri diupayakan ringan namun tetap stabil. Pertimbangan seperti ini tentunya tidak terlepas dari kondisi geografis dan lingkungan alam nusantara yang berada pada zona laut dan jalur tektonik yang dipenuhi dengan energi alam sebagai sumber beban maupun bahaya alami. Pemahaman lingkungan serta kesadaran akan bahaya alami dengan demikian telah dimiliki oleh masyarakat di nusantara ini.



Gambar 5. Struktur utama Saka guru pada Arsitektur Tradisional Jawa



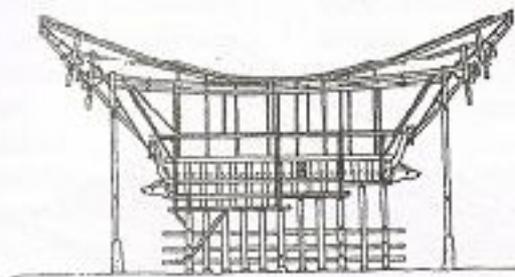
Gambar 6. Konstruksi kayu Saka-Guru terdiri atas sambungan jepit dan geser

4.5. Pola Struktural yang Responsif dan Elastis Terhadap Beban

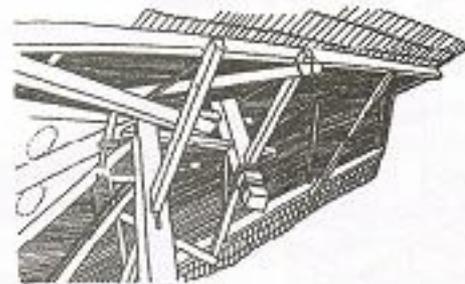
Sifat responsif dan elastis merupakan sifat yang adaptif, fleksibel namun teguh. Sesuai dengan prinsip elastisitas seperti diungkapkan oleh Robert Hooke, bahwa elastisitas adalah suatu perubahan bentuk yang mungkin terjadi karena tegangan internal yang diakibatkan beban eksternal dan kemudian kembali ke posisinya semula apabila sumber yang menyebabkan tegangan

tersebut dihilangkan. Sifat elastis dan responsif terhadap beban pada arsitektur tradisional terjadi justru akibat dari kesengajaan penyelesaian konstruksi dengan tingkat presisi sambungan yang tidak terlalu tinggi, sehingga sambungan dapat bergerak-gerak dan keadaan ini menjadi menguntungkan karena bangunan yang tercipta ternyata menjadi talian gempa dan tahan hembusan angin yang kencang.

Ada pula pendaya gunaan mekanisme beban, gejala gaya serta kekuatan bahan yang bekerja pada struktur demi hadirnya sebuah arsitektur secara dramatis, sebagaimana kita jumpai dalam bangun atap Toraja. Berangkat dari konsep struktur funicular bentuk atap Toraja yang melengkung sekaligus mencuat dengan gagahnya di kedua ujung atap, merupakan dramatisasi yang luar biasa indalurya atas gejala mekanika yang terjadi apabila suatu batang diberi beban. Letakkan sebuah batang atas dua tumpuan dan berilah beban di atas batang tadi. Semakin berat beban yang ditumpangkan semakin melengkung pula batang tadi, untuk akhirnya akan patah bila dia tak mampu menahan beban yang ditanggungnya. Gejala inilah yang didaya gunakan arsitektur Toraja. Dramatisasi lengkungan bentuk atap ini bahkan dimantapkan lagi lewat tebalnya lapisan penutup atap yang terbuat dari bambu. Hal ini menunjukkan akan pemahaman optimasi beban dalam upaya mendapatkan stabilitas dan kesetimbangan struktur yang sangat baik. Wujud aplikasi dari pendaya gunaan gejala gaya dan mekanika ini lebih dalam lagi adalah guna mengimbangi pengaruh gaya-gaya luar dari alam yang begitu kuatnya baik gaya aksial maupun gaya lateral. Mengingat kondisi lingkungan dan geografis di nusantara sebagai wilayah kepulauan dengan ciri hembusan angin yang kencang serta struktur lapisan tanah vulkanik yang cenderung labil dan dipenuhi gunung berapi yang menyebabkan banyaknya energi alam yang dapat memicu aneka beban pada bangunan.



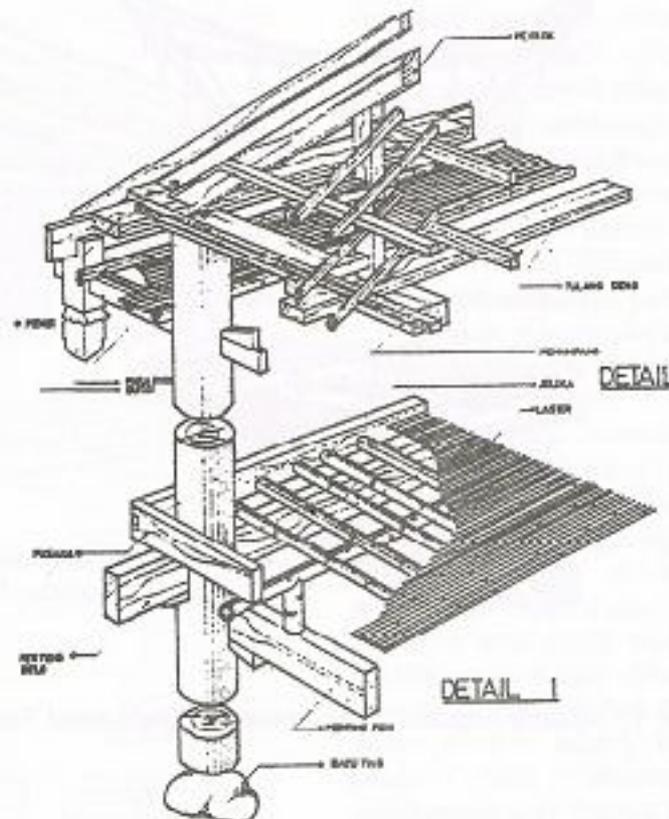
Rumah tinggal Sa'dan Toraja



Gambar 7. Struktur funicular pada Arsitektur Tradisional Toraja

Sementara itu dalam penyelesaian konstruksi yang cukup menarik dijumpai pada arsitektur di pesisir pantai yang sangat beragam misalnya : arsitektur tradisional Bagan, arsitektur tradisional Sumbawa, dimana pengaruh beban angin terhadap kekuatan bangunan diperhitungkan dengan menerapkan konsep struktur dan konstruksi yang memiliki tingkat elastisitas yang menunjang stabilitas tinggi diantaranya dengan solusi konstruksi kayu dengan jalinan sambungan ikat, sambungan tusuk atau lubang dengan pen yang dirancang cukup rigid dengan kekakuan yang bertingkat-tingkat dibawah pengaruh beban lateral semacam beban angin dan sebagainya. Stabilitas diciptakan dengan mendaya gunakan prinsip diafragma bidang, rangka segitiga kaku atau ikatan angin dengan berbagai wujud ekspresi. Sementara itu pada daerah yang rawan gempa, konstruksi / sambungan jepit serta sambungan geser diperbanyak untuk menambah tingkat redundansi dari struktur terhadap pengaruh gempa. Dari contoh di atas nampak bahwa pada arsitektur tradisional sudah diterapkan ide penyelesaian konstruksi yang juga dikaitkan dengan karakteristik bahan dalam memberikan solusi yang tepat guna

mewujudkan struktur konstruksi yang responsif dan elastis terhadap berbagai beban akibat dari pengaruh alam sekitar.



Gambar 8. Detail kombinasi rangka dan bidang kaku

4.6. Rangkuman Kajian dan Penjelajahan

Arsitektur tradisional di nusantara tersusun dari rangkaian unit-unit struktur dengan beberapa macam modul struktur disesuaikan fungsi ruang yang terjadi. Rangkaian struktur dan konstruksi ini secara bersama-sama membentuk suatu kekakuan hingga kestabilan yang cukup tinggi.

Analogi dengan jagad manusia, arsitektur nusantara terdiri dari bagian-bagian kepala, badan dan kaki. Masing-masing bagian mempunyai kekuatan dan kekakuan sendiri sendiri yang mana selanjutnya bagian bagian tersebut dihubungkan satu dengan lainnya secara setimbang dan stabil dengan konstruksi yang cukup fleksibel.

Tampilan arsitektur nusantara banyak didominasi oleh varian-varian bentuk atap sebagai bagian yang dianggap penting. Wujud bentukan atap yang dikaitkan dengan pengaruh beban, terdapat dua kategori yaitu

bentuk tipe Dong Son dan bentuk tipe India (Dumarcay, 1990).

Atap tipe Dong Son mendaya gunakan konsep struktur funicular yang nampak dari bubungan atapnya yang cenderung melengkung atau nok lendut, seperti pada Arsitektur Batak, Nias, Aceh, Minangkabau, Toraja, dsb.

Atap tipe India mendaya gunakan konsep struktur rangka bidang kaku membentuk bangun geometri yang tegas, seperti pada Arsitektur Jawa, Madura, Bali, Flores, Timor, dsb.

Struktur arsitektur nusantara mempunyai kekakuan baik secara vertikal maupun horizontal untuk menjawab aksi beban / gaya aksial maupun lateral yang terjadi. Kekakuan struktur yang multi arah ini memberi tingkat redundansi yang besar sehingga cocok juga untuk mengatasi gaya gempa yang acak arah datangnya.

Pendaya gunaan bahan dan sambungan / joint yang rigid namun cukup fleksibel merupakan dasar pokok konstruktif

yang sangat baik. Pengembangan mekanisme konstruksi yang demikian ini memungkinkan struktur menjadi responsif dan elastis terhadap berbagai macam pembebanan.

Peningkatan dalam ekspresi lekukokohan dan keindahan struktur diwujudkan dengan menambahkan olahan detail ornamen pada beberapa bagian struktur atau konstruksi yang ter-ekspose dengan estetik.

5. PENUTUP

Solusi yang arif dan bijaksana serta penyelesaian aspek struktur konstruksi secara tepat guna yang dikembangkan pada arsitektur nusantara kiranya perlu dicermati dan dianalisis hikmahnya guna pengembangan arsitektur nusantara atau arsitektur Indonesia dimasa mendatang.

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan kajian dan peninjauan di atas dapat disimpulkan bahwa konfigurasi struktur konstruksi pada arsitektur tradisional di nusantara sudah mempertimbangkan pengaruh beban konstruksi pada umumnya maupun beban ekstra penyebab terjadinya bahaya alami seperti : gempa bumi, angin ribut, gerak tanah, dsb.

Bahan utama struktur konstruksi arsitektur tradisional adalah dari kayu yang lebih banyak didaya gunakan kekuatan tarikanya baru kemudian kekuatan tekannya. Bahan lainnya adalah batu gunung. Bahan yang istimewa hanya digunakan untuk kebutuhan yang khusus saja.

Penyelesaian struktur konstruksi cukup eksploratif dengan mendaya gunakan prinsip dan mekanisme struktur konstruksi secara tepat guna yang diwujudkan dalam konfigurasi serta ekspresi bangun struktur konstruksi yang beraneka ragam.

Konstruksi atau sambungan kayu dikonstruksi tidak terlalu "presisi" sehingga memungkinkan suatu sambungan / joint masih dapat bergerak atau berkonstraksi sehingga struktur konstruksi menjadi responsif dan elastis terhadap berbagai pembebanan.

Wujud penyelesaian konstruksi atau sambungan kayu pada umumnya berupa sambungan pen dan lubang / pasak dan lubang

yang kemudian ditingkatkan performanya dengan menambahkan elemen penguat tambahan berupa : kapital, skoor, kloos, diafragma bidang kaku, rangka segitiga kaku, dsb.

Meningkatkan ekspresi kekuatan dan keindahan struktur konstruksi sebagai implementasi tektonika membangun struktur konstruksi melalui olahan detail dan ornamentasi.

5.2. Catatan Akhir

Paparan pada makalah ini adalah suatu identifikasi dan kajian secara garis besar tentang kecenderungan-kecenderungan tipologi yang menunjukkan adanya kemiripan konsep, pola serta terapan konfigurasi struktur konstruksi, berdasarkan hasil peninjauan beberapa arsitektur tradisional yang tersebar di seantero nusantara. Fokus utama adalah membandingkan bangun struktur konstruksi yang mengindikasikan pola kemiripan serta kesinambungan antar satu dengan yang lainnya. Sehingga apabila pada beberapa kasus menunjukkan perbedaan yang cukup tajam, hal tersebut di luar jangkauan paparan makalah ini dan itupun dari segi perbandingan jumlah adalah relatif lebih sedikit.

Dari paparan ini kita dapat mempersepsikan dan mengenali bagian-bagian mana yang paling kental menunjukkan pola kemiripan atau kedekatan baik dari segi konsepsi maupun terapan dari struktur konstruksi pada arsitektur tradisional di nusantara.

Kita juga memperoleh gambaran tentang gagasan eksploratif dalam penyelesaian struktur konstruksi yang responsif dan elastis terhadap pengaruh beban khusus seperti : angin, gempa dan gerak tanah.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Frick, Heinz, *Pola Struktural dan Teknik Bangunan di Indonesia*, Penerbit Kanisius & Soegijapranata University Press, Jogjakarta, 1997.
- Frick, Heinz, LMF Purwanto, *Sistem Bentuk Struktur Bangunan - Dasar-dasar Konstruksi dalam Arsitektur*, Penerbit Kanisius & Soegijapranata University Press, Jogjakarta, 1998.

- Prijotomo, Josef, Pasang - Surut** *Arsitektur di Indonesia*, Penerbit CV. Ardjun, Surabaya, 1998.
- Schodek, Daniel L., Struktur**, alih bahasa oleh Ir. Bambang Suryoatmono, MSc, PT Eresco, Bandung, 1991.
- Sutrisno, R, Bentuk Struktur Bangunan dalam Arsitektur Modern**, Penerbit PT Gramedia, Jakarta, 1993.
-, *Struktur dan Konstruksi Bangunan dalam Arsitektur : Kemajemukan dan Keterpaduan*, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Kristen Petra, Surabaya, 2002.
-, *Jurnal Arsitektur dan Bahan Bangunan*, Volume No.3, Edisi Maret, Penerbit CV Ardjun, Surabaya, 2001.