

SISTEM KONSTRUKSI PADA BANGUNAN TRADISIONAL BALI

Mercu Mahadi¹, I Nyoman Ngidep Wiyasa²

Program Studi Kriya, Fakultas Seni Rupa dan Desain, Institut Seni Indonesia Denpasar
Jl. Nusa Indah, Sumerta, Kota Denpasar, Kode Pos 80235, Bali, Indonesia
E-mail : mercumahadi@gmail.com, ngidepwiya68@gmail.com

Abstrak

Tujuan dari artikel ini adalah untuk mengetahui bagaimana sistem struktur dan konstruksi pada bangunan tradisional Bali berdasarkan sumber-sumber baik berupa buku maupun lontar. Sistem Konstruksi pada bangunan tradisional Bali biasanya diambil dari ukuran tangan si pemilik rumah dengan berbagai istilah dan penggunaannya untuk berbagai jenis ukuran /dimensi ruang, tinggi tiang, tinggi atap, lebar dan panjang ruang, penampang tiang dan sebagainya sesuai dengan aturan dalam lontar *asta kosali*. Hubungan elemen-elemen konstruksi dikerjakan dengan sistem pasak, baji dan tali temali (ikatan), sehingga bangunan mudah dibongkar dan dipasang yang disebut dengan konstruksi *akit-akitan*. ukuran-ukuran bentang konstruksi didasarkan pada modul dasar sisi penampang tiang yang disebut *Rai*, diambil dari ruas-ruas jari yaitu ukuran dari ujung telunjuk sampai pada pertemuan pangkal telunjuk dengan ibu jari. Ukuran rai ini merupakan kelipatan dari *a guli* yang merupakan satuan dasar dari ukuran *rai*. Dimensi /ukuran tradisional Bali untuk konstruksi bangunan dikenal dengan istilah *gegulak*, yaitu pendimensian wujud bangunan yang diterjemahkan dari bagian-bagian fisik manusia ke dalam bilah bambu yang menunjukkan *Rai*. *Gegulak sesakaltiang*, merupakan perwujudan dari tinggi tiang bangunan, *Gegulak lambang Dawa (rong dawa)* merupakan perwujudan panjang ruang terhitung dari jarak antara tiang satu dengan tiang lainnya kearah memanjang dan *Gegulak lambang bawak (rong bawak)* merupakan perwujudan lebar ruang terhitung dari jarak antar tiang satu dengan lainnya kearah lebar. Panjang pangkal tiang/ kaki tiang adalah ukuran dari *sunduk bawak* sampai ke sendi. Ukuran ini mempunyai berbagai variasi dengan istilah dan pengaruhnya masing-masing. Balok belandar sekeliling rangkaian tiang-tiang tepi, dalam bangunan di sebut *Lambang*. Balok tarik yang membentang ditengah-tengah mengikat jajaran tiang tengah disebut *Pementang*. Balok yang mengikat pementang berakhir di atas tiang tengah di sebut *tadapaksi*. Usuk-usuk bangunan disebut *iga-iga*. jumlah usuk atau *iga-iga* mengikuti fungsi bangunan yang akan dibuat. *Likah* adalah bagian konstruksi dari tempat tidur yang dipasang melintang untuk menyangga *galar* di atasnya. *Galar* adalah bilah-bilah bambu pada tempat tidur yang berfungsi sebagai alas tikar yang diletakkan pada balai-balai bangunan tradisional Bali. Jumlah *likah* dan *galar* juga harus diperhitungkan karena membawa pengaruh bagi pemakainya.

Construction Systems in Traditional Balinese Buildings

Abstract

The purpose of this article is to find out how the structure and construction systems in traditional Balinese buildings are based on sources both in the form of books and lontar. Construction systems in traditional Balinese buildings are usually taken from the size of the owner's house in various terms and their use for various types of dimensions / dimensions of space, height of the roof, width and length of space, cross section of pillars and so on according to the rules of the asta kosali. The relationship of construction elements is done with a system of pegs, wedges and rigging, so that buildings are easily dismantled and installed which are called akit-akitan constructions. The size of the span of construction is based on the basic module of the cross section of the pole called Rai, taken from the finger segments, namely the size from the tip of the index finger to the meeting of the index finger with the thumb. This rai size is a multiple of a guli which is the basic unit of rai size. Traditional Balinese dimensions / measurements for building construction are known as gegulak, which is the dimensioning of a building that is translated from physical parts of a human into a bamboo blade that shows Rai. Gegulak sesaka / pole, an embodiment of the height of the building, Gegulak Lambang Dawa (rong dawa) is an embodiment of space length calculated from the distance from one pole to another and the Gegulak bawak (rong bawak) embodiment of the width of the space between one pole with the other wide. The base of the pole / foot of the pole is the size of the bow down to the joint. This size has various variations with the terms and effects of each. The beams around the series of edge poles, in the building are called Lambang. Pull beams that stretch in the middle tie the middle pole line called Pementang. The beam that binds the scorer ends above the middle pole called tadapaksi. The building blocks are called Iga-iga. the number of usuk or iga-iga follows the function of the building to be made. Likah is the construction part of a bed mounted transversely to support the galar above it. Galar is a bamboo blade on a bed that functions as a mat placed on traditional Balinese building halls. The number of twists and turns must also be taken into account because it has an influence on the wearer.

Keywords : *construction systems, traditional Balinese buildings*

PENDAHULUAN

Struktur bangunan merupakan komponen penting dalam arsitektur. Tidak ada bedanya apakah bangunan dengan strukturnya hanya tempat untuk berlindung satu keluarga yang bersifat sederhana, ataukah tempat berkumpul atau bekerja bagi orang banyak, seperti pertokoan, perkantoran, gedung ibadah, hotel, gedung bioskop, stasiun dan sebagainya. Beban-beban yang dipikul, berat bahan dari elemen-elemen beserta berat strukturnya sendiri disalurkan oleh struktur atau konstruksi kerangka bangunan ke kulit bumi. Kecuali beban-beban tersebut, struktur harus dapat memikul beban-beban lain akibat dari angin dan gempa bumi. Dengan menggunakan bahan-bahan tertentu sebagai dinding dan atap, ruangan didalam gedung harus diamankan dari hujan, panas terik matahari, bahaya petir dan kebakaran. Syarat mutlak suatu struktur dan konstruksi bangunan gedung ialah bilamana terpenuhi syarat tri tunggal, yaitu : fungsional, structural (kokoh) dan estetis secara tepat, yang satu sama lainnya berhubungan erat (Sutrisno, 1984 : 1).

Dalam garis besarnya struktur bangunan yang paling ideal adalah stabil, kuat, fungsional, ekonomis dan estetis. Bila syarat fungsi, struktur dan bentuk sudah tepat, maka segi estetikanya yang mencakup segi-segi seni arsitektur, ekologi, social budaya, sejarah, tradisi dan ekonomi merupakan syarat ketiga yang harus diperhitungkan. Ada kalanya segi estetikanya suatu gedung lebih diutamakan, sehingga strukturnya tersembunyi di dalam dinding-dinding yang berfungsi sebagai pelindung dan penghias. Ada pula bangunan yang direncanakan sedemikian rupa dengan dinding kerawang atau tabir penahan panas matahari yang ditempatkan terlepas dan di luar rangka bangunan, sehingga strukturnya masih nampak jelas atau samar-samar. Dalam seni patung atau pada bangunan yang dianggap sebagai sebuah patung (*sculpture*), strukturnya tidak tampak.

FUNGSI STRUKTUR BANGUNAN

Fungsi dari struktur bangunan adalah untuk melindungi suatu ruang tertentu terhadap iklim, bahaya-bahaya yang ditimbulkan oleh alam seperti angin dan gempa bumi dan menyalurkannya semua macam beban ke tanah. Penentuan struktur yang cukup kuat, tepat dan ekonomis menambah keindahan arsitektur. Ekonomis disini adalah satu segi moral dalam diri pencipta untuk memperoleh hasil yang maksimal dengan usaha yang minimal, jadi bukan berarti murah.

Horatio Greeough dalam bukunya *form and function*, mengemukakan pendapatnya mengenai hubungan erat antara bentuk, fungsi dan alam. Ia menyatakan bahwa dalam mempelajari prinsip-prinsip konstruksi, hendaknya kita belajar dari alam. Apabila diperhatikan dalam dunia fauna, tidak ada bentuk yang tidak berkembang, serta tidak ada hukum proporsi yang ditentukan oleh kemauan. Teori yang dikemukakan adalah *Form Follows Function* yang berarti bentuk mengikuti fungsi. Prinsip ini membawa dua ketentuan yaitu : pertama bentuk akan berubah bila fungsinya berubah. Kedua yaitu fungsi baru tidak mungkin diikuti oleh bentuk lama. Adalah wajar bila suatu bentuk arsitektur menuntut suatu kejelasan konstruksi yang dikandungnya. Jadi dapat disimpulkan bahwa fungsi struktur bangunan sebagai penjelmaan akspresi dari suatu system konstruksi yang memenuhi suatu fungsi dalam dengan tepat, akan memancarkan keindahan yang logis (Sumadi, 1980).

BENTUK-BENTUK STRUKTUR DAN KONSTRUKSI BANGUNAN

Pada umumnya terdapat 5 (lima) golongan bentuk struktur yaitu : (1) Struktur massa, padat atau solid yaitu pada zaman dahulu, ketika teknologi belum dikenal, perencanaan bangunan hanya berdasarkan intuisi atau “bisikan kalbu” disamping bakat yang ada. Pada taraf permulaan sekali, struktur massa yang betul-betul padat dapat dikatakan struktur tumpuk yang terdiri dari batu-batu yang ditumpuk dengan bentuk bangunan yang stabil dan statis seperti contohnya bangunan piramida di Mesir dan candi Borobudur di Jawa Tengah. Bangunan dengan bentuk struktur massa di bangun dari batu atau bata buatan yang hanya dapat menahan gaya tekan tegak atau gaya vertical. Gaya-gaya miring dan mendatar (horizontal) didukung melalui konstruksi lengkung, konsol atau kubah yang ditunjang oleh tiang-tiang berat atau dinding tebal, yang diteruskan ke pondasi sebagai gaya-gaya vertical. Struktur massa kecuali sebagai pemikul, juga berfungsi sebagai penutup ruang dan pelindung terhadap iklim yang sempurna. Tetapi karena kebutuhan bahan yang banyak dan upah pemasangan yang mahal, maka menjadi kurang ekonomis. Juga tidak begitu menguntungkan dengan adanya pembatasan structural dimana biasanya terbatas bentangan terbuka sampai kira-kira 8 meter, dan juga ketinggian dinding yang tergantung dari tebalnya. (2). Struktur Rangka. Bentuk struktur rangka adalah perwujudan dari pertentangan antara gaya tarik bumi dan kekokohan. Contoh sederhana struktur rangka adalah payung dan tenda, dimana kulit atau kain sebagai membrane dipentang (ditarik) kuat dan dihubungkan dengan kerangka. Pada dasarnya konstruksi rangka terdiri atas dua unsur. Balok atau gelagar, sebagai unsure mendatar yang berfungsi sebagai pemegang dan media pembagian beban dan gaya kepada tiang. Pilar atau tiang sebagai unsur vertical yang berfungsi penyalur beban dan gaya menuju tanah (Suteja, 1982). Arsitektur klasik bangsa Yunani zaman dulu menggunakan struktur rangka yang terdiri dari pilar dan balok. Begitu juga banyak terdapat pada bangunan-bangunan zaman sekarang dengan rangka yang terdiri dari tiang dan balok yang disatukan dengan lantai, hanya dengan teknik lain. Konstruksi rangka mengurangi pembatasan-pembatasan besarnya bentangan ruang yang terdapat dalam konstruksi massa/solid. Sebagian rangka dari struktur dapat diletakkan dalam ruangan, diantara batas ruang yang diinginkan dan garis batas luar bangunan. Penggunaan baja dengan daya tarik yang tinggi, daya tekan tahan lekuk dan gaya geser, sejak abad ke 18 mulai digemari, oleh karena dapat membentang lebih panjang bila dibandingkan dengan bahan kayu. Rangka gelagar dalam bangunan petak terdiri atas batang-batang mendatar, tegak lurus dan diagonal. Batang-batang terletak dalam bidang datar yang berdimensi dua dan menahan gaya tarik atau gaya tekan. Batang-batang itu dapat dikembangkan menjadi gelagar di dalam ruang yang berdimensi tiga, disebut struktur rangka ruang (Sutrisno, 1984). Bilamana balok-balok dijadikan satu dengan plat lantai yang sama tebalnya dengan balok dan kolom-kolom dijadikan satu dengan dinding pelat yang juga tebalnya disamakan, maka struktur terdiri atas plat dan panil. Struktur itu disebut rangka kotak. Bilamana dalam arah vertical struktur tersebut diganti dengan kolom-kolom yang mempunyai atau menyerupai profil baja dengan bentuk U atau H pada jarak-jarak tertentu, maka struktur itu menjadi struktur seluler. (3). Struktur Bidang.

Sejarah dari struktur permukaan / bidang, dalam hal ini bidang lengkung yang menutup suatu ruang, sudah dikenal orang pada zaman dulu yaitu kubah. Pada struktur ini, bidang menerima beban, membentuk ruang dan sekaligus memikul beban. Kekuatan utamanya terletak pada bebasnya arah-arah gaya yang bekerja padanya, sesuai dengan bentuk ruang struktur itu. Dalam perencanaan dan perhitungan diperlukan ilmu eksakta tentang tingkah laku struktur dan analisa ilmiah yang tepat. Untuk lebih meyakinkan, percobaan dari model dengan skala pembebanan dan konstruksinya dikerjakan di bengkel kerja dengan menggunakan alat-alat pengukur. Teori dan skil dalam pelaksanaan menuju pada taraf dimana pengertian akan struktur permukaan bidang harus dikaji. Pada struktur bidang ini ada variabel yang disebut dengan struktur lipatan. Terjadinya struktur lipatan ini adalah hasil dari percobaan-percobaan dengan melipat-lipat dengan berbagai cara pada bahan yang tipis dengan diberi penguat samping yang kemudian diberi beban. Jadi struktur lipatan adalah pelat datar sebagai atap dan pelat datar lainnya sebagai panil, atau dinding, dikerjakan menjadi lipatan pelat-pelat, yang berfungsi sebagai struktur permukaan bidang dan dapat berdiri sendiri. Selain itu, dikenal juga struktur cangkang (*shell*), yang bersumber dari alam yaitu cangkang telur, kepiting, keong dan sebagainya. Bentuk lengkung, tipis tapi kaku dan kokoh. Sifat-sifat inilah yang ditiru manusia dari alam dalam pembuatan struktur. Cangkang pada umumnya menerima beban yang merata dan dapat menutup ruangan besar dibandingkan dengan tipisnya pelat cangkang tadi. Bila ada beban berat terpusat diperlukan tulangan ekstra. Dengan mengadakan rusuk akan menimbulkan gaya-gaya lain daripada yang dikehendaki. Dari tipisnya pelat, dibandingkan dengan bentangnya, maka cangkang mendekati sifat membran, sehingga gaya-gaya yang bekerja hanya gaya tangential dan radial, sedangkan gaya lintang dan momen dianggap tidak ada, karena kecil nilainya. Struktur cangkang bisa dibuat dari beton bertulang, plastic atau pelat baja. Kadang-kadang bentangan yang dicakup lengkungan cangkang terbatas. (4). Struktur Kabel dan Jaringan. Struktur kabel dan jaringan dapat juga dinamakan struktur tarik dan tekan, karena pada kabel-kabel hanya dilimpahkan gaya-gaya tarik, sedangkan kepada tiang-tiang pendukungnya dibebankan gaya tekan. Prinsip konstruksi kabel sudah dikenal sejak dulu pada jembatan gantung, dimana gaya-gaya tarik digunakan tali. Setelah orang mengenal baja, dipakailah bahan itu sebagai gantungan pada jembatan. Pada taraf permulaan, baja itu dapat berkarat. Tetapi dengan kemajuan teknologi, ditemukan baja dengan tegangan tinggi yang tahan terhadap karat. Pemakaian struktur kabel berkembang menjadi struktur atap gantung ruang, memakai bahan yang ringan, kuat dan tahan cuaca, diantaranya fibre glass, aclairic dan sebagainya. Pemakaian struktur kabel dan jaringan tidak terbatas pada bangunan untuk pameran atau pertunjukan, tetapi telah digunakan untuk stadion dengan bentangan untuk ruang yang besar. (5). Struktur Biomorfik. Kesadaran akan pentingnya alam lingkungan, bertumbuh dan dapat dirasakan perbedaan antara alam buatan seperti yang terdapat di halaman dekat gedung atau taman dalam kota dengan alam asli yang tak terlepas dari keadaan sekelilingnya. Arsitek dan perancang kota tertentu menjawab tantangan itu dengan gairah baru, yaitu mendalami macam arsitektur yang mendekati alam dengan peradaban. Aliran ini disebut arsitektur biologi atau biotektur. Biotektur dimulai dengan pendirian bahwa alam sendiri adalah konstruksi dalam arsitektur yang ideal. Lingkungan buatan manusia seperti gedung-gedung dan kebun adalah

aransemen dari elemen-elemen yang telah ada di alam, yaitu susunan kembali dalam skala kecil bagian dari planet termasuk lautan dan atmosfer. Alam sendiri memproduksi segalanya yang diperlukan manusia untuk kesehatan dan kenikmatan seperti panas, makanan, udara segar, sinar matahari, air bersih, lapangan terbuka dan ketenangan. Keadaan alam dapat dimanfaatkan sebagai contoh desain untuk gedung-gedung yang mempergunakan prinsip struktur dan motif dari alam. Aliran ini disebut arsitektur biomorfik. Hal yang berhubungan erat ialah dengan memanfaatkan keadaan alam sebagai system struktur yang aktif dengan mempergunakan system yang ada di alam untuk tujuan arsitektur. Pendekatan ini disebut struktur biomorfik.

SISTEM KONSTRUKSI PADA BANGUNAN TRADISIONAL BALI

Bangunan tradisional Bali sangat konsekwen dalam mengikuti petunjuk lontar Asta Kosala Kosali. Konsepsi “*Bedawang Nala*” yang menggambarkan bahwa dasar bumi setiap saat dapat bergerak dan bergoyang benar-benar diperhitungkan dalam pengaturan bentuk-bentuk bangunan tradisional Bali yang sangat sederhana. Hal ini dapat dilihat dari struktur dan konstruksi bangunan seperti dibawah ini :

1. Denah bangunan tradisional Bali terdiri dari gugus-gugus kecil, sederhana dan simetris segi empat panjang
2. Konstruksi Kap/atap. Kerangka-kerangka atap yang terdiri dari unsur-unsur pemade, pemucu, langit-langit, lambang, sineb dan beberapa bentangan balok tarik, merupakan suatu kesatuan yang sangat tahan terhadap guncangan. Kerangka atap ini diperkuat dengan adanya unsur-unsur yang menyebar ke seluruh lambang maupun sineb dan terus dijepit dengan apit-apit. Hubungan ini tidak mati, sehingga dapat main dengan baik kalau keadaan memerlukan. Bahan struktur utama bangunan tradisional pada prinsipnya dari kayu. Kayu merupakan bahan organik, yang memiliki beberapa sifat umum seperti : tahan lentur, tahan tarik (Suardana, 2005).
3. Konstruksi Badan. Bagian badan bangunan tradisional Bali dapat dibagi menjadi bagian kerangka dan bagian dinding/tembok. Kerangka badan meneruskan beban-beban ke pondasi melalui tiang-tiang/saka. Struktur rangka pada bangunan Bali mempergunakan sistem 2 pengukuh yaitu: pertama, pengukuh dengan sunduk-sunduk yang diperketat dengan pasak, kedua, pengukuh dengan sanggahwang (skur) yang juga diperketat dengan pasak dan lait. Pada bangunan tradisional Bali, fungsi tembok/dinding hanya sebagai pemisah ruangan, tidak berfungsi sebagai pemikul beban. Sedangkan beban bangunan diteruskan ke tanah oleh tiang-tiang lewat pondasi *jangkok Asu*. Fungsi tembok yang hanya sebagai pemisah ruangan diperlihatkan dengan pemutusan hubungan antara kepala tembok dengan bagian sisi bawah atap yang terlihat jelas bahwa tembok tidak memikul beban bangunan. Hal ini juga berfungsi sebagai lubang angin karena kelonggaran ini memanjang di sekeliling tembok menjadikan ia sebagai cross ventilasi sirkulasi udara. Dengan konstruksi tembok bebas beban diharapkan terhindar dari bahaya gempa yang terjadi. Tembok tidak terpengaruh bila terjadi guncangan pada konstruksi rangka atau konstruksi rangka tidak terpengaruh bila tembok roboh (Gelebet, 1985).
4. Konstruksi Pondasi / kaki bangunan
Agar dapat bergoyang dengan bebas, kaki tiang dihubungkan dengan sendi yang meneruskan beban

dengan pondasi. Hubungan beban bangunan dengan pondasi dan dengan kap adalah hubungan engsel. Pondasi merupakan konstruksi rangkap yang masing-masing terpisah yaitu sebagai pondasi pendukung tiang dan pondasi sebagai pendukung tembok. Dalam prakteknya pondasi pendukung tiang sebelum kerangka dipasang yang disebut sebagai jongkok asu yaitu pondasi alas tiang yang disausun dari pasangan batu alam atau batu buatan perekat pasir semen, sedangkan pondasi pendukung tembok dipasang sesudah kerangka badan seperti tiang /saka, lambang, sineb, pementang, usuk/iga-iga dan atap selesai (Oka Windu, 1984).

DASAR-DASAR KONSTRUKSI PADA BANGUNAN TRADISIONAL BALI

Asta Kosala Kosali merupakan ilmu yang mempelajari ukuran-ukuran dalam membuat suatu bangunan, baik untuk orang yang masih hidup (rumah, dapur, lumbung dsb) maupun untuk orang yang sudah meninggal seperti : *wadah*, *bade*, usungan mayat (Bidja, 2000). Ukuran-ukuran yang dipakai biasanya diambil dari ukuran tangan pemilik rumah dengan berbagai istilah dan penggunaannya. Ukuran pokok yang dipakai adalah *Rai* yaitu ukuran dari ujung telunjuk sampai pada pertemuan pangkal telunjuk dengan ibu jari.

Konstruksi Bangunan tradisional Bali memakai ukuran dari bagian tubuh manusia (si pemilik rumah). Bagian tubuh itu bisa berupa jari tangan, kaki untuk berbagai jenis ukuran /dimensi ruang, tinggi tiang, tinggi *tugeh*, lebar dan panjang *lambang*, penampang tiang dan sebagainya sesuai dengan aturan dalam lontar *asta kosala kosali*. Mengenai ukuran-ukuran bentang konstruksi didasarkan pada modul dasar sisi penampang tiang yang disebut *Rai*, 1 *rai*, $\frac{3}{4}$ *rai*, $\frac{1}{2}$ *rai* atau $\frac{1}{4}$ *rai*. Keseluruhan konstruksi rangka bangunan membentuk suatu kesatuan stabilitas struktur yang elastis fungsional. Hubungan elemen-elemen konstruksi dikerjakan dengan sistem pasak, baji dan tali temali (ikatan), paku besi tidak dipergunakan sehingga bangunan mudah dibongkar dan dipasang yang disebut dengan konstruksi *akit-akitan*.

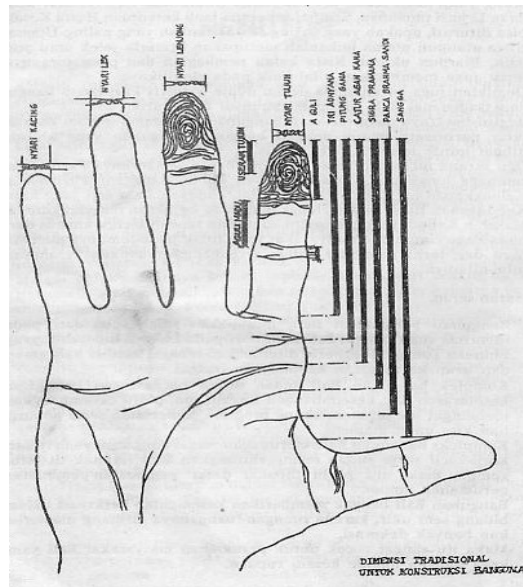
Dimensi /ukuran tradisional Bali untuk konstruksi bangunan dikenal dengan istilah *gegulak*, menurut Jiwa (1992) adalah metric ukuran yang digunakan oleh tukang untuk membuat bangunan tradisional Bali. Sedangkan menurut Gelebet (1984), *gegulak* adalah pendimensian wujud bangunan yang diterjemahkan dari bagian-bagian fisik manusia ke dalam bilah bambu yang menunjukkan *Rai*. Untuk *gegulak* digunakan satuan *rai* dari turunan ruas-ruas jari Telunjuk. Ukuran rai ini merupakan kelipatan dari *a guli*. Dengan demikian *aguli* merupakan satuan dasar dari ukuran *rai*. Sebagaimana perwujudan ruang dalam tiga dimensi, *gegulak* juga terdiri dari tiga bilah *gegulak* yaitu :

1. *Gegulak sesaka*/tiang, merupakan perwujudan dari tinggi tiang bangunan rumah tradisional Bali.
2. *Gegulak lambang Dawa (rong dawa)*, merupakan perwujudan panjang ruang dihitung dari jarak antara tiang satu dengan tiang lainnya kearah memanjang.
3. *Gegulak lambang bawak(rong bawak)* merupakan perwujudan lebar ruang dihitung dari jarak antar tiang satu dengan lainnya kearah lebar.

Ukuran penampang tiang (*rai*) sebagai satuan utama *gegulak* mempunyai beberapa variasi ukuran dan kegunaannya yaitu :

1. *Tri Adnyana*, dengan ukuran 3 *guli*, umumnya dipakai untuk bangunan suci / *pelinggih*.

2. *Pitung Gana*, dengan ukuran 3,5 *guli* umumnya dipakai untuk bangunan suci/ *pelelingih*.
3. *Catur Agan Kana* dengan ukuran 4 *guli*, umumnya dipakai untuk bangunan pawongan/ perumahan.
4. *Sigra Pramana* dengan ukuran 4,5 *guli* umumnya dipakai untuk bangunan pawongan / perumahan.
5. *Panca brahma sandi* dengan ukuran 5 *guli*, untuk bangunan besar
6. *Sangga* dengan ukuran 6 *Guli*, untuk bangunan dapur dan lumbung



Gambar 1. Satuan ukuran untuk gegulak Tampang tiang
(Sumber : Oka Windu, 1984)

Berikut adalah ukuran-ukuran lainnya dan ukuran-ukuran *pengurip*(penambanan) yang biasa ditambahkan pada ukuran *rai* :

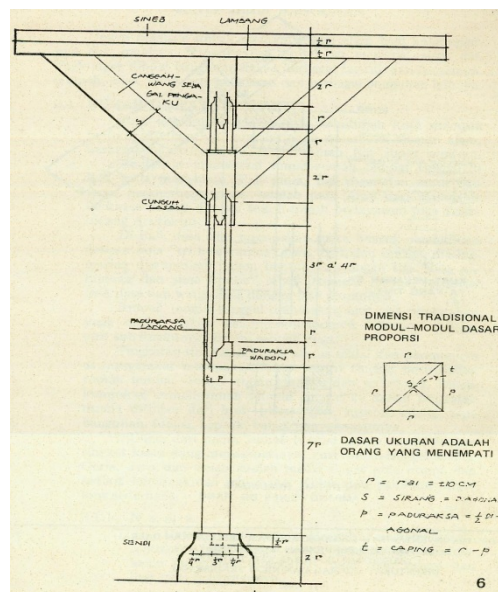
1. *A guli* yaitu ukuran ruas bagian tengah telunjuk dengan cara menekuk jari telunjuk dan mengukur bagian luarnya.
2. *A guli madu* yaitu ukuran jarak dua garis yang terdapat pada ruas jari telunjuk.
3. *A musti* yaitu ukuran lebar tangan dari jari kelingking sampai ujung ibu jari dalam keadaan jari dilipat.
4. *A cengkang* yaitu ukuran dari ujung ibu jari sampai ujung telunjuk dalam keadaan tangan direntangkan.
5. *A lengkat* yaitu ukuran dari ujung ibu jari sampai ujung jari tengah dalam keadaan tangan direntangkan.
6. *A nyari tujuh* yaitu ukuran lebar jari-jari telunjuk.
7. *Duang nyari* yaitu ukuran lebar tangan gabungan lebar jari telunjuk dan jari tengah.
8. *Telung nyari* yaitu lebar tangan dari jari manis sampai telunjuk.
9. *Petang nyari* yaitu lebar tangan dari jari kelingking sampai telunjuk.
10. *A useran tujuh* adalah ukuran lingkaran ujung jari telunjuk.
11. *A sirang* yaitu ukuran tepak tangan dari pangkal kelingking ke pangkal ibu jari.
12. *A tampak lima* adalah ukuran lebar tangan dari kelingking sampai ibu jari pada saat ibu jari dikeluarkan.
13. *A tebah tampak lima* adalah ukuran dari kelingking sampai ibu jari pada saat ibu jari dirapatkan

JENIS-JENIS UKURAN DALAM KONSTRUKSI BANGUNAN BALI

A. Ukuran Saka/Tiang

Elemen konstruksi utama dalam bangunan Bali adalah tiang. Modul dasar sesungguhnya adalah tiang yang disebut *sesaka*. Penggunaannya disesuaikan dengan kasta, peranan dan kecendrungan pemakai. Panjang tiang berkisar antara 19 *rai* sampai 25 *Rai* masing-masing dengan pelebih yang disebut *pengurip*. Berikut ini adalah detail panjang saka , pengurip, nama dan kegunaannya menurut terjemahan lontar AKK gedong Kertya No. 231 :

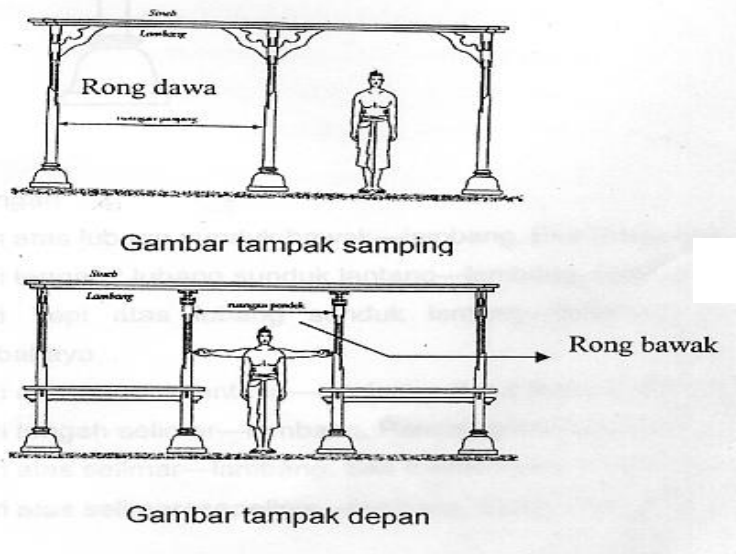
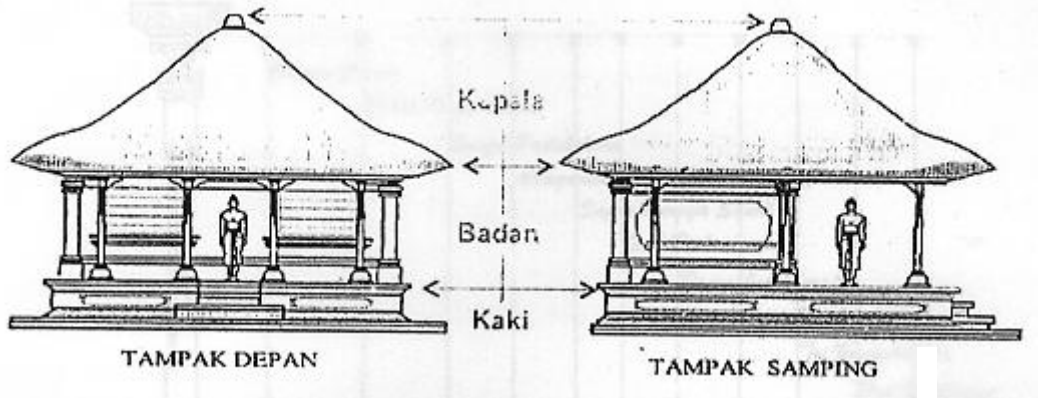
1. Panjang tiang 19 rai, pengurip setebal jari tengah, *Samarana/istriasih*, sedang.
2. Panjang tiang 19 rai, tanpa pengurip, *bengkang*, tidak baik.
3. Panjang tiang 20 rai, pengurip seuseran telunjuk, *kusumaratih*, amat baik.
4. Panjang tiang 20 rai, pengurip setebal jari kelingking, *Prabu anyakranegara*.
5. Panjang tiang 20 rai, pengurip ½ rai+ sepelipis, *Sanghyang kundabiuh*.
6. Panjang tiang 20 rai, pengurip ½ rai, *Sanghyang Sidana*.
7. Panjang tiang 20 rai tanpa, pengurip, *bengkang*, tidak baik.
8. Panjang tiang 20 rai, pengurip seruas jari, *prabu angrebut kedaton*.
9. Panjang tiang 21 rai, pengurip anyari kelingking, *Bhatara Asih*, Utama.
10. Panjang tiang 21 rai pengurip a guli madu, *Bhatara asih*, madya.
11. Panjang tiang 22 rai, pengurip ½ rai + sepelipis, *Sanghyang Kumbangrat*.
12. Panjang tiang 22 rai pengurip setebal telunjuk, *Sang Hyang Tri Purusa. Dewa asihaning rat laula bakti*.
13. Panjang btiang 23 rai, tanpa pengurip, *Sanghyang Geni Muka*.
14. Panjang tiang 25 rai, tanpa pengurip, *Prabu angrebut Kedaton*, tidak baik.
15. Panjang tiang 25 rai, pengurip a nyari kacing, *Prabu Alungguhing Asrama*.



Gambar 2. Detail konstruksi sebuah Tiang /Saka
(Sumber : Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, 1985).

B. Ukuran Rong Dawa (Ruang panjang)

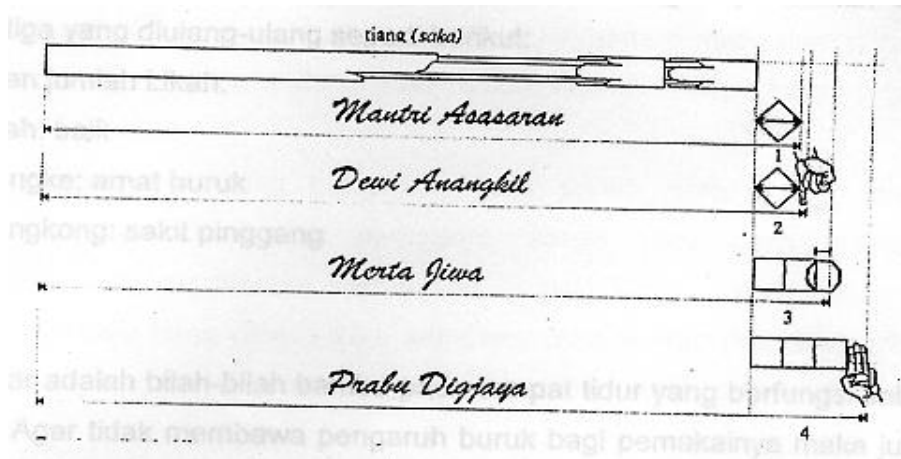
Pada bangunan tradisional Bali terdapat deretan tiang-tiang sebagai konstruksi pokok penyangga atap bangunan. Jarak antara tiang ke tiang tergantung dari posisi tiang, dimana jarak pada bagian samping akan berbeda perhitungannya dengan jarak pada bagian depan. Jarak antar saka /tiang tersebut pada bagian samping dan bagian depan masing-masing mempunyai istilah yaitu *rong Dawa* (ruangan panjang) dan *Rong Bawak* (ruangan pendek) seperti contoh gambar bangunan bale gede bertiang 12 di bawah ini yang menunjukkan pembagian ruang panjang (rong dawa) dan Ruang pendek (rong Bawak).



Gambar 3. Tampak Depan dan Samping Bangunan Bali
(Sumber : Gelebet, 1985)

Ukuran *Rong Dawa* (ruangan panjang) ditentukan oleh panjang tiang ditambah pengurip atau bervariasi sesuai dengan peruntukannya. Berikut ini adalah detail ukuran *rong dawa* , nama dan kegunaannya :

1. Panjang tiang /saka + a sirang, *Mantri Asasaran*, baik.
2. Panjang tiang/ saka + a nyari kacing, *Dewi Anangkil*, baik.
3. Panjang tiang/ saka 2 rai + sepelipis, *Merta Jiwa*, baik.
4. Panjang tiang / saka 3 rai + telung nyari, *Prabu Digjaya*, baik.

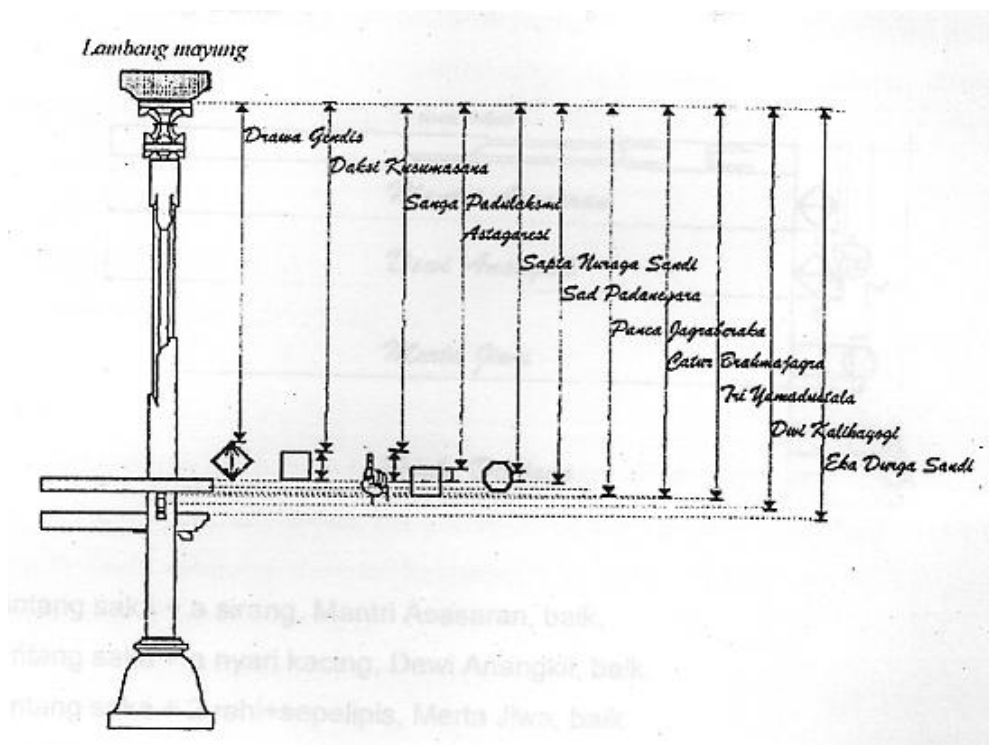


Gambar 4. Ukuran Rong Dawa/panjang

(Sumber : Lontar AKK Gedong Kertya, no 231, Remawa, 1998)

C. Ukuran Rong Bawak (ruangan pendek)

Ukuran rong bawak atau ruang pendek juga ditentukan oleh panjang tiang /saka ditambah pengurip atau bervariasi dari bawah lambang sampai ke atas slimar atau sunduk dawa dan sunduk bawak beserta bagian-bagiannya.



Gambar 5. Ukuran Rong Bawak/pendek

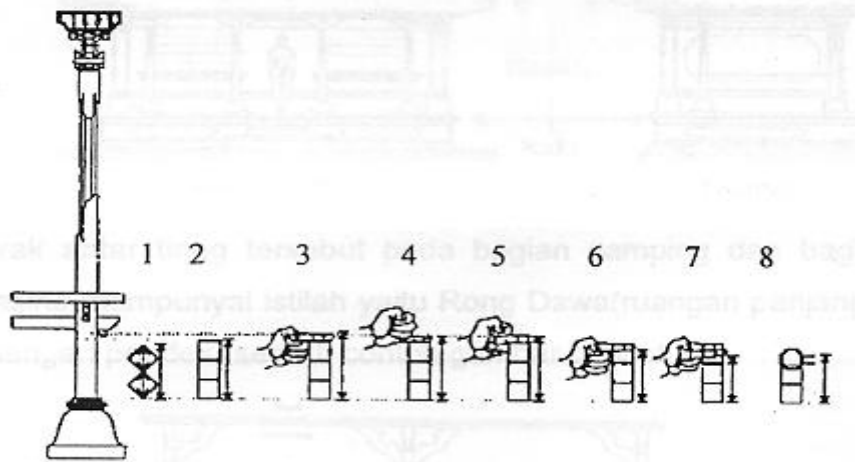
(Sumber : Lontar AKK Gedong Kertya, no 231, Remawa, 1998)

Keterangan gambar

1. Dari atas lubang *sunduk bawak* sampai *lambang*, *Eka Durgasandi*, sedang.
2. Dari tengah lubang *sunduk dawa* sampai *lambang*, *Dwi Kalikayogi*, sedang.
3. Dari tepi atas lubang *sunduk dawa* sampai *lambang*, *Tri Yamadustala*, bahaya.
4. Dari atas *sunduk dawa* sampai *lambang*, *Catur brahma jagra*, cukup.
5. Dari tengah *slimar/waton* sampai *lambang*, *Panca jagraberaka*, baik.
6. Dari atas *slimar/ waton* sampai *lambang*, *Sad padmanegara*, berbahaya.
7. Dari atas *selimar+sepelipis* sampai *lambang*, *Sapta Nuragasandi*, tidak baik
8. Dari atas *slimar + ½ rai* sampai *lambang*, *Astagaresi*, baik.
9. Dari atas *slimar + 1 paduraksa* sampai *lambang*, *Sanga padulaksmi*, baik.
10. Dari atas *slimar + 1 rai* sampai *lambang*, *Daksi kusumasana*, baik.
11. Dari atas *slimar + a sirang* sampai *lambang*, *Drawa Gendis*, cukup

D. Ukuran Kaki tiang / pangkal tiang

Panjang pangkal tiang/ kaki tiang adalah ukuran dari *sunduk bawak* sampai ke sendi. Ukuran ini mempunyai berbagai variasi dengan istilah dan pengaruhnya masing-masing. Berikut ini adalah detail ukuran kaki tiang, *pengurip*, nama dan kegunaannya :

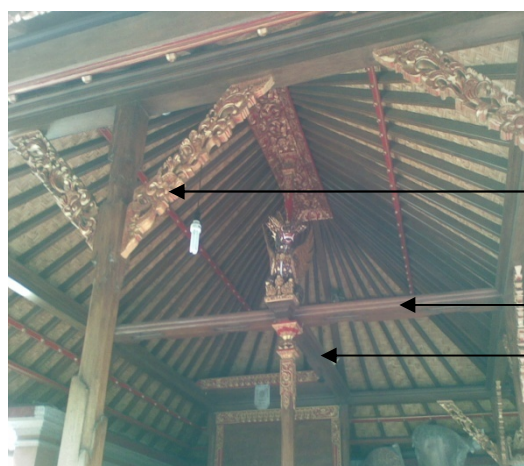
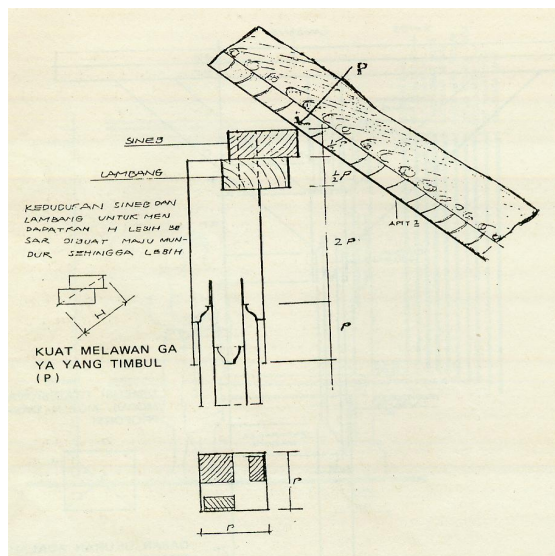


Gambar 6. Ukuran Kaki Tiang
(Sumber: Lontar AKK Gedong Kertya, no 231)

1. Panjang kaki tiang 2 sirang, tanpa pengurip, *Sanghyang Jagana*.
2. Panjang kaki tiang 3 rai, tanpa pengurip, *Sanghyang Tiga Sungsang*, tidak baik.
3. Panjang kaki tiang 3 rai, pengurip useran telunjuk, *Sanghyang Kusumadewi*.
4. Panjang kaki tiang 3 rai pengurip jari kelingking, *Prabu Anyakranegara*.
5. Panjang kaki tiang 3 rai pengurip useran jari tengah, *Prabu angrebut Kedaton*.
6. Panjang kaki tiang 3 rai kurang anyari, *Wangke lima*.
7. Panjang kaki tiang 3 rai kurang duang nyari, *wangke pitu*.
8. Panjang kaki tiang 2 rai, pengurip sepelipis, *wangke sanga*.

Lambang, Sineb dan Canggih wang

Balok belandar sekeliling rangkaian tiang-tiang tepi, dalam bangunan tradisional Bali di sebut *Lambang*. Lambang rangkap yang disatukan, balok rangkaian yang di bawah disebut *lambang* yang di atas disebut *Sineb*. Balok tarik yang membentang ditengah-tengah mengikat jajaran tiang tengah disebut *Pementang*. Balok yang mengikat pementang berakhir di atas tiang tengah di sebut *tadapaksi*. Pementang dan tadapaksi merupakan balok tarik yang menstabilkan *lambang*, *sineb* dan ting-tiang penyangga konstruksi.Seluruh konstruksi tersebut diperkuat oleh Canggih wang yang menunjang sambungan sudut antara tiang dan lambang serta pementang.



Gambar 7. Detail Hubungan *Lambang*, *Sineb* dengan Tiang
(Sumber : Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, 1985)

Iga-iga

Usuk-usuk bangunan tradisional Bali disebut *iga-iga*. Pangkal *iga-iga* dirangkai dengan *kolong* atau *dedalas* yang merupakan bingkai tepi luar atap. Ujung atasnya menyatu dengan puncak atap. Batang simpul menyatu di puncak atap disebut *petaka* untuk atap berpuncak satu titik dan *dedeleg* untuk puncak memanjang, disebut langit-langit untuk atap dengan konstruksi *kampiyah* yang bukan limasan. *Iga-iga* yang menempati sudut-sudut atap dari tiang-tiang ke puncak disebut *pemade*. *Iga-iga* dirangkai dengan *apit-apit* merupakan konstruksi bidang atap. Untuk membentuk bidang atap, lengkung, kemiringan di bagian bawah lebih kecil dari bagian atas. Dibuat *iga-iga* bersambung yang disebut *gerantang*.

Iga-iga adalah bagian dari penyangga atap bangunan yang biasa dibuat dari bahan kayu (usuk) atau bambu. Menurut Asta kosala- kosali dalam Padmanaba, 2005, sebaiknya jumlah usuk atau *iga-iga* mengikuti fungsi bangunan yang akan dibuat, seperti termuat berikut ini :

Perhitungan jumlah *iga-iga* atau kelipantannya.

1. *Sri* : baik untuk *iga-iga* lumbung
2. *Werdi* : baik untuk *iga-iga* dapur
3. *Hyang* : baik untuk *iga-iga* tempat pemujaan/tempat suci.
4. *Naga* : baik untuk *iga-iga* pintu gerbang
5. *Mas* : baik untuk *iga-iga* perumahan/ pawongan.
6. *Perak* : baik untuk *iga-iga* warung.



Gambar 8. Detail *iga-iga*, *Apit-apit* dan *gerantang*

(Sumber : Foto, Mercu Mahadi, 2021)

Likah

Likah adalah bagian konstruksi dari tempat tidur/balai yang dipasang melintang untuk menyangga *galar* di atasnya. Jumlah *likah* juga harus diperhitungkan agar tidak membawa pengaruh buruk bagi pemakainya. Perhitungannya adalah dalam kelipatan tiga yang diulang-ulang sebagai berikut : 1. *Likah* : baik, 2. *Wangke* : amat buruk, 3. *Wangkong* : sakit pinggang

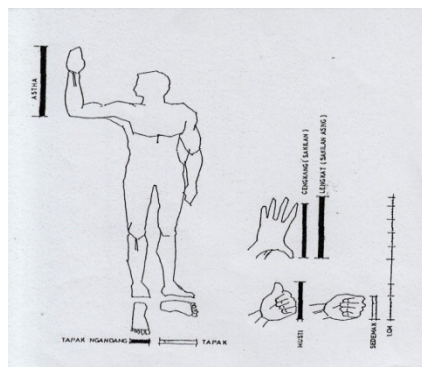
Galar

Galar adalah bilah-bilah bambu pada tempat tidur yang berfungsi sebagai alas tikar yang diletakkan pada balai-balai bangunan tradisional Bali. Agar tidak membawa pengaruh buruk bagi pemakainya, maka jumlahnya juga perlu dihitung dengan kelipatan tiga yaitu : *galar*, *galir*, *galur* dan seterusnya sama berulang-ulang sebagai berikut: 1. *Galar* : baik untuk tempat tidur, 2. *Galir* : baik untuk pedagang dan 3. *Galur* : baik untuk orang meninggal

Bataran

Bataran suatu rumah Bali memiliki ketinggian yang berbeda-beda sesuai fungsinya berdasarkan asta kosala-kosali menggunakan perhitungan sebagai berikut: 1) Candi, 2) Watu, 3) Segara, 4) Gunung, 5) Rubuh. Setiap perhitungan tersebut berjarak 1 kepalan tangan (*sedema*), dihitung setelah tepas ujan yang berjarak *sedema*. Contohnya, jika ukuran *sedema* pemilik rumah bernilai 10 cm dan ingin membuat sebuah bangunan suci, menurut asta kosala-kosali bangunan suci jatuh pada perhitungan Candi (1), maka untuk tinggi bataran bangunan dapat berjarak 10 cm dari tepas ujan, atau jika ingin lebih tinggi, maka melakukan hitungan putaran hingga bertemu 1) Candi. Untuk bangunan Bale Meten perhitungannya jatuh pada Gunung (4), Bangunan Bale Daging perhitungannya jatuh pada Watu (2), Bale Dauh dan Bale Sumanggan perhitungannya jatuh pada Gunung (4), Bangunan Dapur perhitungannya jatuh pada Segara (3) dan bangunan jineng/lambung perhitungannya jatuh pada Watu (2).

Sedangkan untuk konstruksi pada kaki bangunan Bali menggunakan ukuran-ukuran asta kosala-kosali. Adapun ukuran-ukuran tersebut diterapkan pada bagian tangga, bagian horizontal tangga (*antrede*) menggunakan perhitungan *atapak + atapak ngandang* (jarak ujung jari ke ujung belakang telapak kaki ditambah jarak lebar telapak kaki). Sedangkan pada bagian vertikal tangga (*optrede*) menggunakan perhitungan *alangkat* (jarak terjauh antara ujung jari tengah dengan ujung ibu jari pada telapak tangan) atau bisa menggunakan 2 *dema* atau 2 *gemel* (ukuran kepalan tangan). Lebar tepas hujan adalah *alangkat* ditambah 3 jari dengan tinggi *amusti*.



Gambar 9. Ukuran Bataran
(Sumber : Mercuri Mahadi, 2021)

SIMPULAN

Dari pembahasan tersebut diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa pada dasarnya dalam Sistem struktur dan konstruksi bangunan tradisional Bali menggunakan perhitungan yang berasal dari pemilik rumah sebagaimana berdasarkan asta kosala-kosali. Keseluruhan konstruksi rangka pada bangunan tradisional Bali membentuk suatu kesatuan stabilitas struktur yang elastis fungsional. Hubungan elemen-elemen konstruksi dikerjakan dengan sistem pasak, baji dan tali temali (ikatan), paku besi tidak dipergunakan sehingga bangunan mudah dibongkar dan dipasang yang disebut dengan konstruksi *akit-akitan*. Perencanaan pembangunan rumah Bali pada awalnya harus menentukan dimensi tampang tiang saka (rai) menggunakan ukuran empat ruas telunjuk untuk bangunan tempat tinggal. Struktur pada kaki bangunan yang disebut bataran tingginya menggunakan perhitungan 1) candi, 2) watu, 3) segara, 4) gunung, 5) rubuh. sedangkan pada anak tangga bataran menggunakan perhitungan $\text{atapak} + \text{atapakngandang} \text{ sedema, dan alangkat} + 3 \text{ Nyari}$ Struktur pada badan bangunan berprioritas pada hubungan *sunduk bawak* dan *sunduk dawa* terhadap tiang saka dan hubungan tiang saka terhadap *lambang sineb*. Struktur pada atap bangunan memiliki perhitungan sesuai asta kosala-kosali pada setiap bangunan dengan fungsi yang berbeda memiliki kerangka atap yang berbeda pula. Begitu juga pada konstruksi balai untuk tempat tidur pada likah dan galarnya mempunyai perhitungan yang harus dipilih sesuai peruntukannya agar terhindar dari akibat buruk yang ditimbulkannya.

DAFTAR RUJUKAN

- Arga Uthama, Putu IB, 2015, *Seri 1 Arsitektur Tradisional Bali. Filosofi, Konsep dan Aplikasi*, penerbit Paramita, Surabaya
- Bidja, I M, 2000. *Asta Kosala-Kosali Asta Bumi*. Denpasar, Penerbit BP.Denpasar
- Gelebet, I Nyoman, 1985. *Arsitektur Tradisional Daerah Bali*, Proyek Inventarisasi dan Dokumentasi Kebudayaan Daerah, Departemen dan Kebudayaan
- Jiwa, IBN, 1992. *Kamus Bali-Indonesia, Istilah Arsitektur Tradisional Bali*. Denpasar, Upada Sastra
- Koencaraningrat, 1997. *Metode Penelitian Masyarakat*, PT. Gramedia-Jakarta.
- Oka Windu, I B, 1985. *Bangunan Tradisional Bali serta fungsinya*. Proyek Pengembangan kesenian Bali, Departemen dan Kebudayaan.
- Padmanaba, Cok Gd Rai, 2006. *Asta Bhumi Dan Asta Kosala-Kosali*. Buku Ajar. Desain Interior FSRD ISI Denpasar.
- Putra, I Gusti Made, 1983, *Materi Kuliah Studio Arsitektur Tradisional Bali*, Fakultas Teknik Universitas Dwijendra. Tidak dipublikasikan
- Suardana, I Nyoman Gede, 2015, *Rupa Nir- Rupa Arsitektur Bali*, Penerbit : Buku Arti
- Sumadi, R, 1980. *Ilmu Konstruksi Bangunan Gedung*. ITB Bandung.
- Sie Pameran Arsitektur, 1984, *Perumahan, Taman Budaya Art Centre*, Denpasar
- Team Penyusun, 1980. *Lontar Terjemahan L.05. T. Koleksi BIC (Building Information Centre) Werdapura, Sanur Denpasar.*
- Team Penyusun, 1980. *Lontar Terjemahan L.06. T. Koleksi BIC (Building Information Centre) Werdapura, Sanur Denpasar.*
- Team Penyusun, 1980. *Lontar Terjemahan L.015. T. Koleksi BIC (Building Information Centre) Werdapura, Sanur Denpasar.*
- Tonjaya, I Nym. Gd. Bendesa K., 1992. *Lintasan Asta Kosali*, Penerbit Toko Buku Ria, Denpasar