

## **Rumah Tinggal Tradisional Bali dari Aspek Budaya dan Antropometri**

I WAYAN PARWATA

Jurusan Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Warmadewa Denpasar, Indonesia  
Email : parwata\_iwayan67@yahoo.com

Dalam Arsitektur Tradisional Bali, bentuk, ruang dan ukuran ditimbulkan oleh fungsi. Adanya berbagai aktivitas menimbulkan berbagai wadah untuk menampung aktivitas tersebut. Semakin berubahnya aktivitas, maka semakin berubahnya wadah yang dibutuhkan. Saat ini, Fungsi dan bentuk bangunan Rumah Tinggal tradisional Bali sudah mengalami pergeseran tata letak dan tata nilai tradisi, hal ini diakibatkan oleh semakin terbatasnya lahan, tingginya harga lahan dan perkembangan ekonomi di Bali. Pergeseran ini tidak hanya terjadi di daerah perkotaan saja, tetapi sudah merambah ke wilayah perdesaan. Terbatasnya lahan dan ruang tidak membuat terbatasnya keinginan manusia untuk membuat bangunan rumah tinggal tradisional Bali walau dengan menggunakan ukuran yang paling kecil (nista). Semua ukuran ini sangat tergantung dari ukuran antropometri orang Bali. Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan data-data antropometri orang Bali sesuai dengan kelompok-kelompok fungsi *sikut* (ukuran) dalam Arsitektur Tradisional Bali, antara lain: *sikut* (ukuran) karang atau ukuran areal perumahan, *sikut* (ukuran) natah yaitu ukuran jarak antar bangunan, satuan dasar *sikut* (ukuran) gegulak yaitu satuan ukuran yang digunakan untuk luas bangunan. Dengan adanya pengukuran antropometri ini dapat digunakan sebagai pengembangan dan inovasi serta dasar menentukan ukuran bangunan berdasarkan kaidah-kaidah arsitektur tradisional Bali, baik dengan ukuran paling kecil, menengah maupun yang paling besar, sehingga masyarakat nantinya bisa memilih atau memesan ukuran sesuai dengan kemampuan dan kebutuhan mereka.

### **Bali Traditional Housing Approachment Aspect of Balinese Culture and Anthropometric**

In Balinese traditional architecture, form, space, and measurement is caused by the function .All activities will need the spaces to accommodate them. More changes of activities occurred more changes of the space required to accommodate .At this time, function and form of the traditional Balinese housing has been moving by its lay out and the tradition value, it is caused by the limited of land, high price and the economic growth of Bali. The movement is not only occurred in the city, but also spread over the village area. The limited land and space is not making the limitation to the the needs of human being to build the traditional Balinese house even though they are using the smallest size of space. All sizes are depending on the Balinese anthropometric measurement. The purpose of this research is to obtain the Balinese anthropometric information and data's which is based on their *sikut* (measurement)in traditional Balinese architecture, such as: *Sikut Karang* or measurement of the land size for house, *Sikut Natah* or the distance of each building, *Sikut Gegulak* or the measurement used for the size of the building. Anthropometric measurement can be functioned as development and innovation also as basic determination for building measurement in comply with traditional Balinese architecture aspect for the small, medium, even the largest measurement, until the community able to choose or reserve the proper size as their budget and the needs.

Keywords: Traditional Balinese housing, sikut natah and gegulak.

Rumah tinggal tradisional Bali merupakan bentuk bangunan tradisional yang berfungsi sebagai tempat tinggal yang dibangun dengan menggunakan ukuran dari penghuninya. Di bidang arsitektur ukuran biasanya berhubungan dengan hunian manusia dan jarak pencapaiannya. Pengetahuan ukuran tubuh manusia memang penting jika ingin membangun rumah sebagai hunian atau tempat bermukim.

Dalam arsitektur tradisional Bali, bentuk, ruang dan ukuran ditimbulkan oleh fungsi. Adanya berbagai aktivitas menimbulkan berbagai wadah untuk menampung aktivitas tersebut. Semakin berubahnya aktivitas, maka semakin berubahnya wadah yang dibutuhkan. Saat ini, fungsi dan bentuk bangunan rumah tinggal tradisional Bali sudah mengalami pergeseran tata letak dan tata nilai tradisi, hal ini diakibatkan oleh semakin terbatasnya lahan, tingginya harga lahan dan perkembangan ekonomi di Bali. Pergeseran ini tidak hanya terjadi di daerah perkotaan saja, tetapi sudah merambah ke wilayah perdesaan. Terbatasnya lahan dan ruang tidak membuat terbatasnya keinginan manusia untuk membuat bangunan rumah tinggal tradisional Bali walau dengan menggunakan ukuran yang paling kecil (nista). Semua ukuran ini sangat tergantung dari ukuran antropometri orang Bali.

Arsitektur tradisional, yang di latar belakang oleh norma-norma agama, kepercayaan dan adat kebiasaan setempat, dalam pedoman pelaksanaannya terkandung berbagai aturan, ketentuan, ketetapan dan berbagai penataan lainnya yang merupakan faktor-faktor pelindung dalam perkembangannya.



**Gambar1.** Inovasi fungsi pada bangunan Gelebeg dari fungsi tempat penyimpanan padi menjadi fungsi villa. (Foto: koleksi penulis).

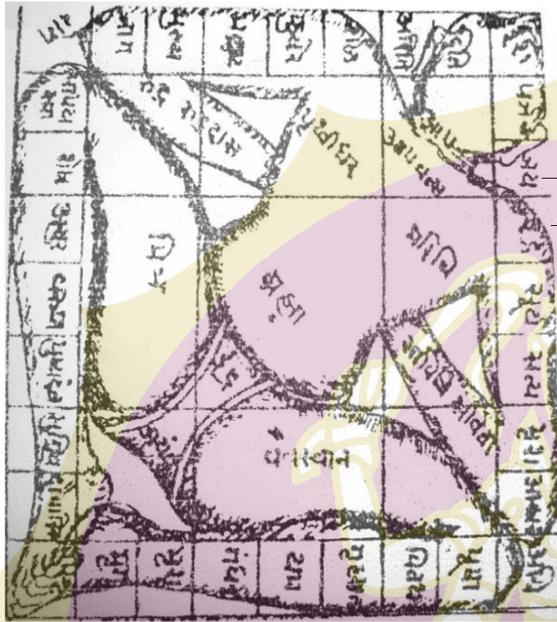
Perwujudan bangunan memakai sekala ukuran sesuai dengan *Hasta Kosala-Kosali*. Dimensi bangunan menggunakan ukuran anggota tubuh dari pemilik bangunan tersebut seperti: tangan, lengan dan kaki dengan maksud agar si pemilik

dengan bangunannya secara psikologis menjadi satu dan akrab, kesesuaian rasa ruang, menghindari ketakutan pada skala ruang yang kebesaran. Dari unsur tangan skala ukuran berbentuk: *a lengkal, a cengkal, a telek, a useran, a lek, a kacing, a musti, a sirang, a gemal, a guli tujuh, a nyari, a rai, a duang nyari, a tampak lima, petang nyari, a tebah, tampak lima*. Dari unsur lengan ukuran berbentuk; *tengah depa agung, tengah depa alit, a hasta*. Dari unsur kaki ukuran berbentuk; *a tampak, a tampak gandang* (Gelebet, 1973; Gelebet, 1984).

Tulisan ini merupakan hasil penelitian. Penelitian yang di lakukan adalah penelitian *cross-sectional* dengan jumlah sampel minimal 100 orang Bali yang berdiam di daerah pegunungan, dataran maupun daratan (pesisir pantai). Sampel dipilih secara *porposive*. Metode yang digunakan adalah metode observasi untuk menentukan lokasi penelitian, metode wawancara untuk mengetahui umur serta mata pencaharian sampel, metode pengukuran untuk mendapatkan data antropometri sampel penelitian.

### BANGUNAN RUMAH TINGGAL TRADISIONAL BALI

Bangunan rumah tinggal tradisional Bali difungsikan untuk menampung kegiatan-kegiatan tradisi dalam agama Hindu, seperti kegiatan upacara dalam *Panca Yadnya* maupun aktivitas sehari-harinya. Kegiatan *Manusa Yadnya, Dewa Yadnya, Pitra Yadnya*, yang dimulai sejak kelahiran seseorang kemudian pemenuhan kebutuhan hidup hingga meninggal (Sularto, 1988). Kegiatan ini membutuhkan ruang-ruang untuk melakukan aktivitas, seperti bale meten; bale adat; pawon (dapur); merajan (tempat suci); Jineng maupun bale-bale lainnya sesuai dengan kebutuhan penghuni dan tingkatan sosial ekonomi maupun sosial kemasyarakatannya (Sularto, 1989). Kesemuanya ini bersumber pada Weda atau kitab suci agama Hindu. Demikian pula halnya dengan aturan dasar dalam Arsitektur Tradisional Bali (ATB), juga di perkirakan bersumber dari pengetahuan Weda. Mengenai hal tersebut dapat di simak dalam uraian Sumintardja (1981), yang menyebutkan bahwa lontar-lontar mengenai arsitektur di Bali merupakan kelanjutan dari tradisi Hindu Jawa sebelum masa pembudayaan Islam. Pahatan candi-candi di zaman Majapahit menunjukkan bentuk dan gaya perumahan seperti yang terdapat di Bali.



**Gambar 2.** Dasar-dasar Perencanaan Bangunan yang disebut Vastu Purusha Mandala Suci. (Sumber: Ery Suardana, P. G. 2004).

Tata ruang menggunakan falsafah bahwa manusia itu adalah unsur dari alam semesta (kosmos). Dan kosmos ini di terbagi 3 bagian seperti terdapat dalam tradisi arsitektur India. Pembangunan suatu bangunan dalam kebudayaan Hindu, dalil-dalilnya tersusun dalam kitab-kitab keagamaan seperti yang aslinya di India bernama *Cilpa Sastra*. Dalil-dalil yang berlaku untuk membangun suatu bangunan kini masih dapat di pelajari dari buku-buku *Asta Kosali* dan *Asta Bumi* di Bali. *Manawa Darma Sastra* bab III ayat 89 (terjemahan Pudja, 1983) menyiratkan suatu konsepsi yang di terjemahkan kedalam Arsitektur Tradisional Bali berupa penempatan posisi merajan atau tempat suci pada area *utamaning mandala*.

### **Gegulak dan Jenis-Jenis Ukurannya**

Secara umum ada tiga istilah dalam ukuran bangunan rumah tradisional Bali, yaitu *sikut karang*, *sikut natah* dan dasar-dasar *sikut gegulak*. *Sikut karang* merupakan ukuran dari pekarangan rumah tradisional Bali yang perwujudannya lahir dari rentangan tangan si pemilik. Dengan satuan *pengurip* (merupakan ukuran tambahan yang memberikan makna tertentu bagi pemiliknya). *Sikut natah* merupakan ukuran atau jarak antara bangunan satu dengan yang lain dalam satu pekarangan, dengan satuan utamanya *a-tapak batis* (panjang

telapak kaki pemilik) dan satuan *pengurip*-nya *angandang* (lebar telapak kaki). Dan perhitungannya mengikuti aturan *Astawara* dari *Wewaran* seperti: *sri-indra-guru-yama-rudra-brahma-kala-uma*. Dan dasar *sikut gegulak* adalah metrik ukuran yang digunakan oleh tukang untuk membuat bangunan tradisional Bali. Pemakaian kata metrik dalam pengertian tersebut jelas kurang tepat, karena kata metrik sendiri telah mengandung suatu makna 'ukuran'. Menurut Gelebet (1985), *gegulak* adalah pendimensian wujud bangunan yang di terjemahkan dari bagian-bagian fisik manusia kedalam bilah bambu yang manunjukkan *rai* (basic dimension). Untuk *gegulak* di gunakan satuan *rai* dari turunan ras-ras jari telunjuk (Gelebet, 1985). Ukuran rai ini merupakan kelipatan dari *a- guli* (ruas dari ujung jari telunjuk). Dengan demikian *a- guli* merupakan satuan dasar dari ukuran *rai*.

### **Konsep Sosial Budaya dalam Penataan Rumah Tinggal**

Perkembangan global dalam penyediaan perumahan menurut Manuaba (2006) sangat kompleks dan penuh kompetisi/persaingan dan mengalami perubahan secara terus menerus dalam berbagai elemen. Di negara sedang berkembang, perubahan bentuk, karakter, dan kualitas rumah berjalan seimbang dengan kebutuhan manusia berdasarkan kemampuan taraf hidup dan pendidikan (Turner, 1976). Dan perubahan ini tidak dapat dipungkiri lagi, karena beranekaragamnya kebutuhan manusia dan perkembangan teknologi serta pengetahuan manusia di bidang perumahan. Salah satu kontrol agar perubahan tidak sampai pada hal-hal yang paling hakiki, salah satunya adalah berpegangan pada konsep sosial budaya dan kualitas diri manusianya.

Dalam konsep Hindu (Suandra, 1991), masyarakat Bali menerapkan nilai-nilai tradisional dalam penataan rumah tinggalnya, antara lain: konsep *Tri Hita Karana* (menumbuhkan keselarasan hubungan antara lingkungan, manusia dan tuhan); konsepsi *Tri Semaya* (masa lalu, masa kini dan masa yang akan datang). Oleh sebab itu konsep Hindu dalam kehidupan sesungguhnya sangat menyadari perubahan, bahkan perubahan tersebut dipandang sebagai suatu *Rta* (hukum abadi alam semesta). Dari pandangan ini lahirlah konsep *Desa Kala Patra* yang memperhitungkan faktor ruang, waktu, dan keadaan. Ketiga konsep Hindu ini akan

melahirkan konsep-konsep baru dalam tatanan perumahan dari hal makro sampai mikro.

Dalam dunia rancang bangun konsep *globalism* mengacu pada optimalisasi fungsi-fungsi indera seperti mata, telinga, kulit dan hidung. William C. Mitchel (dalam Remawa, 1999) memperkenalkan konsep "city of bits" (perkembangan kota). Konsep ini mengutamakan efisiensi dan produktivitas yang sejalan dengan konsep globalisasi. Untuk memenuhi kondisi-kondisi tersebut, konsekuensi bentuk-bentuk arsitektur rumah tinggal yang fungsional, rasional, standar, lugas, memperhatikan peradaban/arsitektur lokal dan pemenuhan kebutuhan penghuni adalah alternatif dalam pengembangan desain rancang bangun sesuai dengan tuntutan kemajuan dewasa ini.

Konsep penataan rumah tinggal di Bali pada umumnya mengikuti aturan tata letak dan tata nilai tradisional Bali yang juga berlaku pada tata ruang kawasan di daerah Bali. Gelebet (1985) menegaskan bahwa aturan-aturan tradisi maupun modern sudah banyak membicarakan masalah lingkungan. Dalam alam tradisi (Bali) sudah dikenal adanya pengelompokan tata guna tanah yang tercermin dalam *Tri Angga* (kepala, badan, kaki), tata letak bangunan seperti dalam lontar *Asta Gumi*. Sedangkan saat ini secara modern dikenal *zoning* (pemintakatan) tata guna tanah/lahan, *master plan*, *detail plan*, *denah plan* dan sebagainya.

Pola-pola perumahan di Bali (Parwata, 2004) umumnya dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu 1) Tata nilai/spiritualitas, manusia Bali memandang arah timur (*kangin*) sebagai arah yang diutamakan (sakral). Pandangan ini berhubungan dengan realitas bahwa timur merupakan arah terbitnya matahari di pagi hari; 2) Kondisi dan potensi alam, manusia Bali memandang nilai utama ada pada arah gunung dan nilai terendah ada pada arah laut; dan 3) Keterkaitan dengan sumber-sumber ekonomi, manusia Bali memandang penting keterkaitan permukiman dengan sumber kehidupan, misalnya permukiman nelayan menghadap ke arah laut, permukiman petani menghadap ke arah sawah atau perkebunan. Di sini tampak hubungan yang erat antara pola permukiman dengan lahan atau area tempat kerjanya.

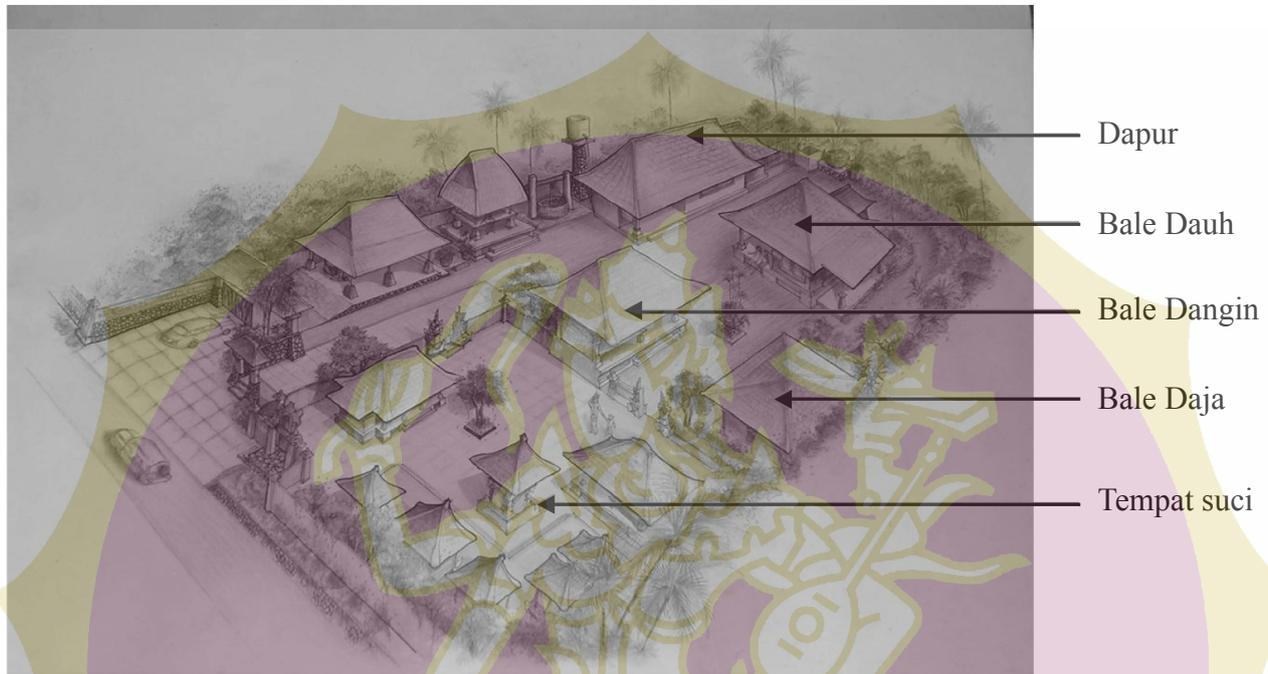
## PENATAAN RUMAH MELALUI PENDEKATAN BUDAYA BALI

Perwujudan bangunan perumahan di Bali sangat kompleks dan bervariasi seiring dengan perkembangan peradaban dan teknologi. Bangunan perumahan di Bali dirancang tidak hanya untuk memenuhi tuntutan kebutuhan yang praktis, tetapi juga untuk mengekspresikan emosi atau ide-ide simbolik dan keagamaan sekuler.

Permukiman tempat tinggal masyarakat di Bali yang tradisional, menggunakan konsep *Tri Mandala* (*nista*, *madya* dan *utama mandala*) dan *Tri Hita Karana*. Semua ini bersumber dari lontar *Asta Kosala-Kosali* dan *Asta Gumi*. Penjabaran ajaran *Tri Hita Karana* dan kaitannya dengan konsep *Tri Mandala* adalah hubungan manusia dengan Tuhannya yang aktivitasnya dilakukan di *utama mandala*, hubungan manusia dengan sesamanya dilakukan di *madya mandala* dan manusia dengan alam lingkungannya dilakukan di *nista mandala*.

Rumah tinggal bagi orang Bali adalah keseluruhan bangunan-bangunan dalam pekarangan yang biasanya dikelilingi tembok (*panyengker*), yang terdiri dari: *Sanggah* atau *pemerajan* sebagai tempat suci keluarga; *Pengijeng karang* untuk memuja roh yang menjaga pekarangan; *Bale meten* sebagai tempat tidur kepala keluarga; anggota keluarga yang masih gadis; tempat menyimpan barang berharga; atau terhadap orang yang baru menikah; *Bale gede*/*bale* adat sebagai tempat upacara lingkaran hidup atau sehari-hari sebagai *bale* serba guna; *Bale dauh* sebagai tempat melakukan aktivitas sehari-hari antara lain: sebagai tempat kerja, pertemuan dan tempat tidur anak laki-laki; *Paon* (dapur) sebagai tempat memasak; *Lambung* sebagai tempat menyimpan padi/hasil bumi. Tata letak unit-unit bangunan dalam pekarangan rumah tinggal di Bali (lihat gambar 3. halaman 99), .

Menciptakan keselarasan dan keharmonisan serta integrasi yang menyeluruh antara mikrokosmos (*buana alit*) dan makrokosmos (*buana agung*) berlandaskan pada tata kehidupan sosial yang religius, merupakan pandangan hidup masyarakat Hindu di Bali. Pandangan ini di wujudkan juga dalam budaya masyarakat Hindu khususnya di Bali terutama dalam penataan bangunan tempat tinggalnya (Suandra, 1991).



**Gambar 3.** Perletakkan Unit Bangunan dalam Pekarangan di Bali Berdasarkan Hirarkhi *Utama-Madya-Nista*, Dikenal dengan Konsep *Tri Mandala*. (Sumber: Parwata, 2004, objek: rumah tinggal Ni Ketut, Sangkil, Banjar Negari, Singapadu).

Arsitektur sebagai salah satu perwujudan budaya masyarakat Hindu di Bali, juga mengacu kepada tercapainya keselarasan dan integrasi, baik terhadap manusia, lingkungan, maupun terhadap alam semesta. Di lain pihak faktor-faktor seperti kehidupan sosial ekonomi, sosial budaya, maupun sosial politik tidak kalah pentingnya dalam melandasi perwujudan arsitektur tradisional Bali.

Ajaran agama Hindu merupakan dasar dan sekaligus merupakan pedoman dari kehidupan masyarakat Hindu di Bali, yang isinya secara garis besar dapat dipilah menjadi tiga hal pokok yaitu

1. *Tatwa* yaitu ajaran yang mengungkapkan tentang filsafat keagamaan dan Ketuhanan.
2. *Susila* yaitu ajaran mengenai etika/tata susila, sikap perilaku, baik terhadap sesama, manusia maupun terhadap makhluk lainnya, begitu juga terhadap alam beserta segala isinya.
3. *Upakara*, yaitu ajaran mengenai melakukan/menyelenggarakan upacara pemujaan kepada Tuhan, ataupun menyelenggarakan upacara penghormatan kepada sesama manusia ataupun makhluk lainnya, sebagai suatu pernyataan rasa sujud kepada Tuhan ataupun rasa bakti terhadap sesama makhluk ciptaan Tuhan.

*Tatwa* merupakan dasar dari segala tingkah laku serta semua perwujudan hasil karya dari masyarakat Hindu di Bali. *Tatwa* yang paling mendasar dan menjadi keyakinan utama masyarakat Bali adalah ajaran *Panca Sradha*. Ajaran *Panca Sradha* yang merupakan dasar dari ajaran kepercayaan dan keyakinan dalam ajaran agama Hindu. *Panca Sradha* mengandung 5 (lima) keyakinan dalam kehidupan manusia yaitu 1) Percaya dengan *Brahman*; 2) percaya dengan *atman*; 3) percaya dengan *karmapala*; 4) percaya dengan reinkarnasi; dan 5) percaya dengan *moksah*. Pertama bahwa alam beserta segala isinya adalah merupakan ciptaan Nya, sedangkan *Atman* yang menjiwai setiap wujud ciptaan Nya adalah merupakan percikan dari *Brahman* (Tuhan). Oleh karenanya setiap manusia diwajibkan untuk saling menghormati baik sesama manusia maupun terhadap makhluk lainnya di dalam alam semesta ini. Hal inilah yang merupakan dasar untuk mencapai kehidupan yang selaras dan harmonis baik antara manusia itu sendiri, maupun antara manusia dengan alam lingkungannya.

Masyarakat tradisional berusaha untuk hidup berdampingan, selaras serta menghindari sifat pemaksaan atau pemerkosaan terhadap lingkungan,

sehingga setiap unsur yang akan dirubah fungsinya selalu didahului dengan melakukan suatu penghormatan, dengan menyelenggarakan suatu upacara tertentu sesuai dengan ajaran susila yang termuat di dalam ajaran agama Hindu. Pelaksanaan dari upacara-upacara penghormatan selalu dilengkapi dengan sarana-sarana yang berupa upacara-upacara berbentuk *sesajen* sebagai pernyataan rasa *bhakti* terhadap sesama makhluk ciptaan.

Pada arsitektur tradisional Bali hal ini terlihat jelas dalam proses pembangunan yang selalu disertai dengan serentetan upacara, mulai dari proses, pencarian bahan (menebang kayu), penentuan lahan untuk bangunan (pekarangan) dengan upacara "*nyukat karang*" dan "*mecaru*" sebagai pernyataan permohonan untuk merubah fungsi *site* (lahan), upacara pembuatan standar ukuran (*gegulak*), upacara "*ngeruak*" sebagai pernyataan permohonan untuk mendirikan bangunan, upacara "*memakuh*" sebagai upacara perletakan batu pertama "*nyejer daksina*" sebagai permohonan keselamatan dan pengawasan kepada Begawan Wiswakarma sebagai dewa para Arsitek tradisional Bali (*undagi*) agar selama proses pembangunan tidak ada gangguan dan kesalahan, upacara "*pemelaspas*" dan "*pengurip-urip*" sebagai pernyataan bersyukur atas terwujudnya bentuk baru, serta pengakuan dalam wujud tersebut memiliki kekuatan magis dan jiwa sebagaimana halnya manusia dan makhluk-makhluk lainnya.

### Ergonomi dan Rumah Tinggal

Ergonomi merupakan cabang ilmu yang menekankan pada hubungan optimal antara pekerja dengan lingkungan kerjanya, antara pelaku dengan lingkungan tempat ia tinggal (Tayyari, 1997). Ergonomi adalah suatu bidang ilmu yang bersifat antardisiplin yang mempelajari hubungan manusia dengan lingkungannya (Panero dan Zelnik, 2003), mempelajari pengetahuan-pengetahuan dari berbagai bidang ilmu antara lain: ilmu kedokteran, biologi, ilmu psikologi, teknik, seni, dan sosiologi (Manuaba, 2005). Disiplin ilmu ergonomi yang bersifat multidisipliner sangat tepat diterapkan dalam segala aktivitas dan pekerjaan, baik di dalam rumah, tempat kerja maupun di lingkungan tempat aktivitas lainnya.

Konsep hemat energi pada perencanaan dan penataan perumahan di Indonesia dilakukan oleh sebagian kecil masyarakat bila dibandingkan dengan negara

maju seperti Amerika dan negara-negara maju di Eropa yang sudah memanfaatkan ergonomi dalam pembangunan rumah tinggal sejak 45 tahun yang lalu (Karyono, 2007).

Manuaba (2007) menyatakan bahwa perkembangan ergonomi dibidang perumahan dapat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap perkembangan kebutuhan manusia pada rumah tinggal dan kenyamanan berada di dalam rumah. Oleh karena itu di masa yang akan datang, ilmu ergonomi akan sangat berperan pada perencanaan dan penataan ruang rumah tinggal. Apalagi kondisi negara Indonesia yang berada di daerah tropis sangat mungkin memanfaatkan iklim dalam perencanaan dan penataan ruang rumah tinggal.

Intervensi ergonomi dalam perencanaan dan penataan rumah tinggal merupakan suatu kebutuhan yang sangat mendasar dan prinsip, karena untuk menata rumah tinggal ergonomis ada banyak faktor yang harus diperhatikan antara lain: pemanfaatan lingkungan alami secara optimal seperti penghawaan dan pencahayaan alami, efektivitas ruang, efisiensi biaya, waktu dan tenaga serta ramah lingkungan (Manuaba, 2006).

Maksud dan tujuan dari ergonomi dalam rumah tinggal adalah menciptakan wujud dan suasana ruang yang mampu memberikan rasa aman, sehat dan nyaman berdasarkan pada kaidah-kaidah ergonomi. Sedangkan manfaat yang diharapkan adalah penghuni yang tinggal di dalam rumahnya merasa aman, sehat, selamat dan nyaman.

### PENGUKURAN ANTROPOMETRI DALAM RUMAH TINGGAL TRADISIONAL BALI

Manusia pada umumnya akan berbeda-beda dalam hal bentuk dan dimensi ukuran tubuhnya. Disini ada beberapa faktor yang akan mempengaruhi ukuran tubuh manusia. Sehingga sudah semestinya seseorang perancang harus memperhatikan faktor-faktor tersebut yang antara lain,

1. Umur. Secara umum dimensi tubuh manusia akan tumbuh dan bertambah besar, seiring dengan bertambahnya umur, yaitu sejak awal kelahirannya sampai dengan umur sekitar 20 tahunan. Dari satuan penelitian yang dilakukan A.F. Roche dan G.H. Davila ( 1972 ) di USA diperoleh kesimpulan bahwa laki-laki akan

tumbuh berkembang naik sampai dengan usia 21, 2 tahun, sedangkan wanita 17, 3 tahun, meskipun ada sekitar 10 % yang makin bertambah tinggi sampai dengan usia 23, 5 tahun (laki-laki) dan 21, 1 tahun (wanita).

2. Jenis kelamin (*sex*). Dimensi ukuran tubuh laki-laki umumnya akan lebih besar dibanding dengan wanita, terkecuali untuk beberapa bagian tubuh tertentu seperti pinggul dsb.
3. Suku/bangsa (*ethnic*). Setiap suku, bangsa ataupun kelompok etnik akan memiliki karakteristik dan fisik yang akan berbeda satu dengan yang lainnya.
4. Posisi tubuh (*posture*). Sikap (*posture*) ataupun posisi tubuh akan berpengaruh terhadap ukuran tubuh oleh sebab itu, posisi tubuh standar harus diterapkan untuk survei pengukuran.

Dalam pertumbuhan yang alami, kebanyakan dimensi tubuh manusia berkembang mengikuti rangkaian status garis perubahan. Kemudian pada usia manusia 20 tahun akan mencapai tinggi maksimum. Dimana panjang tubuh, lebar dan tebalnya juga mencapai kestabilan pada saat atau waktu dewasa. Sedangkan pada proses penuaan, terjadi pengaruh daripada jaringan biologis yang menghasilkan penurunan tinggi tubuh akibat daripada kondisi tulang belakang serta menurunnya kekuatan otot dan kemampuan lainnya.

Laki dan perempuan secara umum berbeda dalam ukuran badannya. Sebagai contoh, rata-rata tinggi laki-laki melebihi perempuan. Lebar pinggul perempuan melebihi laki-laki. Dalam beberapa ukuran tidak terjadi perbedaan yang penting antar laki-laki dan perempuan. Oleh karena itu disainer tidak mengeneralisasikan mengenai tubuh laki-laki dan perempuan, dan harus menentukan masing-masing ukurannya sendiri-sendiri.

Heterogenitas penduduk perlu di pertimbangkan dalam penentuan antropometri untuk disain tempat kerja, produk konsumen. Sebagai contoh, ukuran tubuh dengan orang-orang dengan etnik yang berbeda akan berbeda pula. Orang Negro Afrika mempunyai usuran tungkai/lengan yang lebih panjang dan lebih rendah dari pada orang kulit putih Eropa, Orang Cina, Jepang, Indonesia, Vietnam mempunyai ukuran tungkai/lengan lebih pendek dan lebih rendah daripada orang Eropa. Oleh karena itu tempat kerja dan fasilitas tidak dapat digunakan

begitu saja karena variasi-variasi itu (Parwata, 2007).

Pekerjaan seseorang juga mempengaruhi ciri-ciri antropometrinya. Orang bekerja memakai tangan umumnya lebih tinggi: Sopir bus dan kondektur lebih gendut. Pekerja kantor mempunyai stamina yang rendah dibanding dengan pekerja non kantoran. Faktor lingkungan juga mempengaruhi unsur antropometri, seperti: daerah dataran tinggi, iklim dingin, tekanan atmosfer (Sujadnja, 1998).

Dipihak lain Wignjosebroto, (2000) mengemukakan faktor lain yang mempengaruhi variabilitas ukuran tubuh manusia yaitu cacat tubuh; tabal tipisnya pakaian yang harus dikenakan terkait dengan iklim yang berbeda-beda; kehamilan (*pregnancy*) khusus untuk perempuan. Permasalahan variasi ukuran sebenarnya akan mudah diatasi dengan cara merancang produk yang sesuai (*adjustable*) dalam satu rentang dimensi ukuran pemakaiannya.

### Persentil

Penerapan data antropometri akan dapat dilakukan jika tersedia nilai mean (rata-rata) dan standar deviasi (SD) dari suatu distribusi normal. Adapun distribusi normal ditandai dengan adanya nilai mean (rata-rata) dan SD (standar deviasi). Sedangkan persentil adalah suatu nilai yang menyatakan bahwa persentase tertentu dari sekelompok orang yang dimensinya sama dengan atau lebih rendah dari nilai tersebut. Misalnya: 95% populasi Adalah sama dengan atau lebih rendah dari 95 persentil. Besarnya nilai persentil dapat di tentukan dari tabel probabilitas distribusi normal.

Dari penelitian yang dilakukan, subjek penelitian adalah semuanya berjenis kelamin laki-laki. Dari karakteristik umur subjek penelitian yang terlibat antara 25-50 tahun atau rerata  $37,81 \pm 7,03$  tahun. Rentang umur ini menunjukkan rentang umur yang produktif. Dari berat badan antara 44 – 87 kg atau rerata  $67, 82 \pm 10,19$  kg, sedangkan tinggi badan antara 149 -183 cm atau rerata  $167,16 \pm 6,69$  cm.

Hasil pengukuran antropometri orang Bali terhadap *sikut* (ukuran) karang didapatkan ukuran-ukuran sebagai berikut: ukuran *a depa agung* rerata  $214,6 \pm 8,77$  cm dengan rentangan 190 – 200 cm; ukuran *a depa madya* rerata  $208,34 \pm 8,84$  cm dengan rentangan 188 – 223 cm; ukuran *a depa alit gemel*

rerata  $157,13 \pm 6,74$  cm dengan rentangan 141 – 170 cm; ukuran *a depa tangkis* rerata  $83,48 \pm 4,53$  cm dengan rentangan 73 -92 cm; ukuran *a penyengkingan* rerata  $77,01 \pm 5,42$  cm dengan rentangan 64 – 88,8 cm; ukuran *hasta* rerata  $46,04 \pm 2,14$  cm dengan rentangan 42 – 51,2 cm. (lihat tabel 1).

Data antropometri *sikut natah* dapat diuraikan sebagai berikut: ukuran *a tapak kaki* rerata  $25,67 \pm$

$1,25$  cm atau rentangan 23 -28,7 cm; ukuran *a tapak ngandang* rerata  $10,37 \pm 0,68$  cm dengan rentangan 8,3 – 11,7 cm; ukuran *a musti* rerata  $14,80 \pm 1,26$  cm dengan rentangan 12 – 17,5 cm; ukuran *sedemek* rerata  $10,11 \pm 0,93$  cm dengan rentangan 7,8 – 12,5 cm; ukuran *cengkang/sekilan* rerata  $17,79 \pm 1,24$  cm dengan rentangan 14,2 – 21 cm; dan ukuran *lengkat* rerata  $20,23 \pm 1,18$  cm dengan rentangan 15,5 – 23 cm. (lihat tabel 2).

**Tabel 1.** Antropometri *Sikut Karang*.

Variabel	Rerata	Standar Deviasi	Rentangan
<i>A depa agung</i> (cm)	214,6	8,75	189 - 201
<i>A depa madia</i> (cm)	208,29	8,82	186 - 224
<i>A depa alit/kebat</i> (cm)	172,54	7,87	155 - 188
<i>A depa alit/gemel</i> (cm)	156,15	6,73	142 - 169
<i>Depa tangkis</i>	83,49	4,52	72 - 93
<i>A penyengking</i>	77,03	5,44	65 – 88,6
<i>Hasta</i>	46,05	2,15	43 – 51,4
<i>Musti</i>	14,80	1,26	12 – 17,5

**Tabel 2.** Antropometri *Sikut Natah*

Variabel	Rerata	Standar Deviasi	Rentangan
<i>A tapak kaki</i>	25,68	1,26	24 – 28,8
<i>Tapak Ngandang</i>	10,38	0,69	8,2 – 11,8
<i>Sedemek</i>	10,13	0,94	7,8 – 12,6
<i>Cengkang sekilan</i>	17,80	1,25	14,3 – 22
<i>Lengkat</i>	20,24	1,19	15,6 - 23

Sedangkan ukuran antropometri untuk satuan dasar *sikut gegulak* di dapat data sebagai berikut: ukuran *guli tujuh* rerata  $2,70 \pm 0,19$  cm dengan rentangan 2,2 – 3cm; ukuran *guli madu* rerata  $1,91 \pm 0,34$  cm dengan rentangan 1,3 – 2,8 cm; ukuran *yek* rerata  $0,49 \pm 0,51$  cm dengan rentangan 6 – 8,2 cm; ukuran *nyari tujuh* rerata  $1,71 \pm 0,15$  cm dengan rentangan 1,3 – 2 cm; ukuran *useran tujuh* rerata  $1,48 \pm 0,16$  cm dengan rentangan 1 – 1,8 cm; ukuran *guli linjong* rerata  $2,71 \pm 0,20$  cm dengan rentangan 2,3 – 3,2 cm; ukuran *nyari kacing* rerata  $1,50 \pm 0,14$  cm dengan rentangan 1,2 – 1,8 cm; ukuran *tri adnyana* rerata  $7,23 \pm 0,52$  cm dengan rentangan 6 – 8,3 cm; ukuran *pitung gana* rerata  $8,30 \pm 0,64$  cm dengan rentangan 6,9 – 9,5 cm; ukuran *catur adnyana* rerata  $9,30 \pm 0,65$  cm dengan rentangan 6,9 – 9,5 cm; ukuran *siwa pramana* rerata  $10,20 \pm 0,75$  cm dengan rentangan 7,6 – 11,6 cm; ukuran *Brahma sandi* rerata  $11,07 \pm 0,82$  cm dengan rentangan 8,25 – 12,6 cm; ukuran *asangga* rerata  $12,01 \pm 0,81$  cm dengan rentangan 9 – 14 cm; (lihat tabel 3)

*A depa madia* ukuran 95 persentilnya adalah 221,53 cm menunjukan *a depa madia* berukuran

besar, sedangkan 5 persentilnya sebesar 194,95 cm menunjukkan *a depa alit* berukuran rendah. *A depa alit (kebat)* ukuran 95 persentilnya adalah 186,06 cm menunjukkan *a depa alit (kebat)* berukuran besar, sedangkan 5 persentilnya sebesar 158,42 cm menunjukkan *a depa alit (kebat)* berukuran rendah. *A depa alit (gemel)* ukuran 95 persentilnya adalah 168,91 cm menunjukkan *a depa alit (gemel)* berukuran besar, sedangkan 5 persentilnya sebesar 145 cm menunjukkan *a depa alit (gemel)* berukuran rendah. *A depa tangkis* ukuran 95 persentilnya adalah 89,53 cm menunjukkan *a depa alit tangkis* berukuran besar, sedangkan 5 persentilnya sebesar 75 cm menunjukkan *a depa alit tangkis* berukuran rendah. *A penyengking* ukuran 95 persentilnya adalah 87,41 cm menunjukkan *a penyengking* berukuran besar, sedangkan 5 persentilnya sebesar 67 cm menunjukkan *a penyengking* berukuran rendah. *Astha* ukuran 95 persentilnya adalah 50 cm menunjukkan *astha* berukuran besar, sedangkan 5 persentilnya sebesar 43 cm menunjukkan *astha* berukuran rendah. Ukuran *a musti*, 95 persentilnya adalah 16,5 cm menunjukkan *a musti* berukuran besar, sedangkan 5 persentilnya sebesar 12,5 cm menunjukkan *a musti* berukuran rendah.

**Tabel 3.** Antropometri Satuan Dasar *Sikut Gegulak*.

Variabel	Rerata	Sd	Rentangan
<i>Guli tujuh</i>	2,70	0,19	2,2 - 3
<i>Guli madu</i>	1,91	0,34	1,3 – 2,8
<i>Iyek</i>	0,49	0,10	0,3 – 0,75
<i>A telek</i>	7,24	0,51	6 – 8,2
<i>Nyari tujuh</i>	1,71	0,15	1,3 - 2
<i>Useran tujuh</i>	1,48	0,16	1 – 1,8
<i>Guli linjong</i>	2,71	0,20	2,3 – 3,2
<i>Nyari kacing</i>	1,50	0,14	1,2 – 1,8
<i>Tri adnyana</i>	7,23	0,51	6 – 8,2
<i>Pitung gana</i>	8,30	0,64	6,9 – 9,5
<i>Catur adnyana</i>	9,30	0,66	7,3 – 10,6
<i>Siwa pramana</i>	10,20	0,75	7,6 – 11,6
<i>Brahma sandi</i>	11,07	0,82	8,25 – 12,6
<i>A sangga</i>	12,01	0,82	9 - 14

Data antropometri *sikut* (ukuran) natah dapat diuraikan sebagai berikut: ukuran *a tapak kaki* rerata  $25,68 \pm 1,26$  cm atau rentangan 24 -28,8 cm; ukuran *a tapak ngandang* rerata  $10,38 \pm 0,69$  cm dengan rentangan 8,2 – 11,8 cm; ukuran *a musti* rerata  $14,80 \pm 1,26$  cm dengan rentangan 12 – 17,5 cm; ukuran *sedemek* rerata  $10,13 \pm 0,94$  cm dengan rentangan 7,8 – 12,6 cm; ukuran *cengkang/sekilan* rerata  $17,80 \pm 1,25$  cm dengan rentangan 14,3 – 22 cm; dan ukuran *lengkat* rerata  $20,24 \pm 1,19$  cm dengan rentangan 15,6 – 23 cm.

*A tapak kaki* ukuran 95 persentilnya adalah 28 cm menunjukkan *a tapak kaki* berukuran besar, sedangkan 5 persentilnya sebesar 24 cm menunjukkan *a tapak kaki* berukuran rendah. *A tapak ngandang* ukuran 95 persentilnya adalah 11,5 cm menunjukkan *a tapak ngandang* berukuran besar, sedangkan 5 persentilnya sebesar 9,3 cm menunjukkan *a tapak ngandang* berukuran rendah. *Sedemek* ukuran 95 persentilnya adalah 12 cm menunjukkan *sedemek* berukuran besar, sedangkan 5 persentilnya sebesar 8,7 cm menunjukkan *sedemek* berukuran rendah. Ukuran *a cengkang/sekilan*, 95 persentilnya adalah 19,5 cm menunjukkan *a cengkang/sekilan* berukuran besar, sedangkan 5 persentilnya sebesar 16 cm menunjukkan *a cengkang/sekilan* berukuran rendah. *A lengkat* ukuran 95 persentilnya adalah 22 cm menunjukkan *a lengkat* berukuran besar, sedangkan 5 persentilnya sebesar 18,49 cm menunjukkan *a lengkat* berukuran rendah.

Sedangkan ukuran antropometri untuk satuan dasar *sikut gegulak* di dapat data sebagai berikut: ukuran *guli tujuh* rerata  $2,70 \pm 0,19$  cm dengan rentangan 2,2 – 3 cm; ukuran *guli madu* rerata  $1,91 \pm 0,34$  cm dengan rentangan 1,3 – 2,8 cm; ukuran *yek* rerata  $0,49 \pm 0,51$  cm dengan rentangan 6 – 8,2 cm; ukuran *nyari tujuh* rerata  $1,71 \pm 0,15$  cm dengan rentangan 1,3 – 2 cm; ukuran *useran tujuh* rerata  $1,48 \pm 0,16$  cm dengan rentangan 1 – 1,8 cm; ukuran *guli linjong* rerata  $2,71 \pm 0,20$  cm dengan rentangan 2,3 – 3,2 cm; ukuran *nyari kacing* rerata  $1,50 \pm 0,14$  cm dengan rentangan 1,2 – 1,8 cm; ukuran *tri adnyana* rerata  $7,23 \pm 0,52$  cm dengan rentangan 6 – 8,3 cm; ukuran *pitung gana* rerata  $8,30 \pm 0,64$  cm dengan rentangan 6,9 – 9,5 cm; ukuran *catur adnyana* rerata  $9,30 \pm 0,65$  cm dengan rentangan 6,9 – 9,5 cm; ukuran *siwa pramana* rerata  $10,20 \pm 0,75$  cm dengan rentangan 7,6 – 11,6 cm; ukuran *Brahma*

*sandi* rerata  $11,07 \pm 0,82$  cm dengan rentangan 8,25 – 12,6 cm; ukuran *asangga* rerata  $12,01 \pm 0,81$  cm dengan rentangan 9 – 14 cm.

Penjabaran pengukuran antropometri untuk satuan dasar *sikut gegulak* yang terdiri dari *guli tujuh*; *guli madu*; *iyek*; *a telek*; *nyari tujuh*; *useran tujuh*; *guli linjong*; *nyari kacing*; *tri adnyana*; *pitung gana*; *catur adnyana*; *siwa pramana*; *brahmana sandi*, dan *sangga*.

*A guli tujuh* ukuran 95 persentilnya adalah 3 cm menunjukkan *aguli tujuh* berukuran besar, sedangkan 5 persentilnya sebesar 2,4 cm menunjukkan *a guli tujuh* berukuran rendah. *A guli madu* ukuran 95 persentilnya adalah 2,51 cm menunjukkan *a guli madu* berukuran besar, sedangkan 5 persentilnya sebesar 1,5 cm menunjukkan *a guli madu* berukuran rendah. *Ukuran iyek* ukuran 95 persentilnya adalah 0,65 cm menunjukkan *ukuran iyek* berukuran besar, sedangkan 5 persentilnya sebesar 0,3 cm menunjukkan *ukuran iyek* berukuran rendah. *A telek* ukuran 95 persentilnya adalah 8,05 cm menunjukkan *a telek* berukuran besar, sedangkan 5 persentilnya sebesar 6,5 cm menunjukkan *a telek* berukuran rendah. *A nyari tujuh* ukuran 95 persentilnya adalah 1,90 cm menunjukkan *a nyari tujuh* berukuran besar, sedangkan 5 persentilnya sebesar 1,45 cm menunjukkan *a nyari tujuh* berukuran rendah. *A useran tujuh* ukuran 95 persentilnya adalah 1,7 cm menunjukkan *a useran tujuh* berukuran besar, sedangkan 5 persentilnya sebesar 1,2 cm menunjukkan *a useran tujuh* berukuran rendah. *A guli linjong* ukuran 95 persentilnya adalah 3 cm menunjukkan *a guli linjong* berukuran besar, sedangkan 5 persentilnya sebesar 2,4 cm menunjukkan *a guli linjong* berukuran rendah. *A nyari kacing* ukuran 95 persentilnya adalah 1,71 cm menunjukkan *a nyari kacing* berukuran besar, sedangkan 5 persentilnya sebesar 1,2 cm menunjukkan *a nyari kacing* berukuran rendah. Nilai 95 persentil *tri adnyana* adalah sebesar 8,1 cm menunjukkan *tri adnyana* berukuran besar, sedangkan 5 persentilnya sebesar 6,5 cm menunjukkan *tri adnyana* berukuran rendah. Nilai 95 persentil *pitung gana* adalah sebesar 9,33 cm menunjukkan *pitung gana* berukuran besar, sedangkan 5 persentilnya sebesar 7,4 cm menunjukkan *pitung gana* berukuran rendah. Nilai 95 persentil *catur adnyana* adalah sebesar 10,5 cm menunjukkan *catur adnyana* berukuran

besar, sedangkan 5 persentilnya sebesar 8,4 cm menunjukkan *catur adnyana* berukuran rendah. Nilai 95 persentil *siwa pramana* adalah sebesar 11,4 cm menunjukkan *siwa pramana* berukuran besar, sedangkan 5 persentilnya sebesar 9,1 cm menunjukkan *siwa pramana* berukuran rendah. Nilai 95 persentil *brahma sandi* adalah sebesar 12,4 cm menunjukkan *brahma sandi* berukuran besar, sedangkan 5 persentilnya sebesar 9,9 cm menunjukkan *brahma sandi* berukuran rendah. Nilai 95 persentil *sangga* adalah sebesar 13,2 cm menunjukkan *sangga* berukuran besar, sedangkan 5 persentilnya sebesar 10,79 cm menunjukkan *sangga* berukuran rendah.

### SIMPULAN

Perkembangan inovasi rumah tinggal tradisional Bali tetap berpedoman pada antropometri orang Bali sebagai pengguna bangunan, sehingga kesesuaian dan kenyamanan pengguna dapat dirasakan. Kenyamanan pengguna dari inovasi rumah tinggal tetap diukur dari antropometri orang Bali terhadap *sikut karang*, antropometri orang Bali terhadap *sikut natah*, dan dari ukuran antropometri satuan dasar *sikut gegulak*.

Dengan mendapatkan nilai *mean* (rerata) dan Standar Deviasi (SD), maka nilai percentile dari masing-masing ukuran bangunan rumah tinggal dan inovasi rumah tinggal tradisional Bali akan didapat sesuai ukuran dan kebutuhan penggunanya, sehingga memudahkan menentukan kebutuhan terhadap besar ukuran bangunan yang diinginkan.

Perlu disusun suatu pedoman pengembangan dan pembinaan dalam menerapkan dasar-dasar ukuran berdasarkan antropometri orang Bali seperti hasil penelitian yang telah diselesaikan, sehingga ada acuan dasar yang dipergunakan untuk mengembangkan bangunan Arsitektur tradisional Bali sesuai inovasi perencanaannya. Kebutuhan lain dari pedoman (acuan) ini adalah adanya standar dimensi (dari ukuran besar, sedang, dan kecil) terhadap bangunan yang akan direncanakan. Sehingga para pengguna atau konsumen dapat memilih standar yang dikehendaki dan dapat dikembangkan sesuai inovasi pengguna tanpa menyalahi aturan atau kaidah-kaidah bangunan rumah tinggal tradisional Bali.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pemerintah Republik Indonesia c.q Menteri Pendidikan Nasional atas bantuan finansial dalam bentuk Hibah Penelitian.

### DAFTAR RUJUKAN

- A.F. Roche dan G.H. Davila. (1972) dalam Ery Suardana (2004), *Pengukuran Antropometri Orang Bali Sesuai dengan Aspek Arsitektur Tradisional Bali*, (Laporan penelitian), Universitas Dwijendra, Denpasar.
- Ery Suardana, P. G. (2004), *Pengukuran Antropometri Orang Bali Sesuai dengan Aspek Arsitektur Tradisional Bali*, (Laporan penelitian), Universitas Dwijendra, Denpasar.
- Gelebet I Nyoman, dkk. (1973), *Arsitektur Tradisional Bali*, Bali Information Centre, Bali.
- \_\_\_\_\_. (1984), "Landasan Filosofis Gegulak dan Penerapannya", dalam Makalah pada *Sabha Arsitektur Bali*.
- \_\_\_\_\_. (1985), *Arsitektur Tradisional Daerah Bali*, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Proyek Inventarisasi dan Dokumentasi Kebudayaan Daerah, Denpasar.
- Karyono, T., H. (2007), *Pengudaraan Alami Kendalikan Suhu dalam Rumah*, Gramedia, Jakarta.
- Sujadnja, I Gst. Md. Oka. (1998), *Kenyamanan "Bale Meten" Serta Faktor yang Mempengaruhinya di Desa Gianyar*, (Tesis), Program Pasca Sarjana, Universitas Udayana, Denpasar.
- Sularto, Robi. (1988), *Arsitektur dan Pariwisata Budaya Bali*, Building Information Centre, Direktorat Jenderal Cipta Karya PUTL, Denpasar.
- \_\_\_\_\_. (1989), *Sikap Hidup Masyarakat Bali dan Pembangunan*, Building Information Centre, Direktorat Jenderal Cipta Karya PUTL, Denpasar.

- Suandra, I M. (1991), *Tuntunan dan Tata Cara Ngwangun Karang Paumahan Manut Smrti Agama Hindu*, Proyek Pengadaan Prasarana dan Sarana Kehidupan Beragama di Bali, Denpasar.
- Sumintardja, D. (1981), *Kompendium Sejarah Arsitektur*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Manuaba, A. (2005), "Total Approach is A Must In Small and Medium Scale Enterprises To Attain Sustainable Improvement", dalam makalah *Presented at 21<sup>th</sup> Annual Conference of Asia Pasific Occupational Safety and Health Organization (APOSHO-21)*. Bali-Indonesia: May 2005.
- \_\_\_\_\_. (2006), "A Total Approach in Ergonomics is a Must to Attain Humane Competitive and Sustainable Work System and Product", dalam makalah *International Symposium on Past, Present and Future Ergonomics*, Occupational Safety and Health, Denpasar: 28-30 Agustus.
- \_\_\_\_\_. (2007), *Anticipating Risk Technology and Management Through Total Ergonomic Approach To Attain Humane, Competitive and Sustainable Work System and Products*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Parwata, W, (2004). *Dinamika Permukiman Perdesaan pada Masyarakat Bali*, (Bahan Ajar), DIKTI, Jakarta.
- \_\_\_\_\_. (2007), "Comfortable and Healthy House Through Total Ergonomics Approach", dalam makalah *International Conference on Ergonomics (ICE 2007)*, Universiti Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia: 3-5 Desember.
- Puja, I Ketut. (1983), *Manawa Dharma Sastra Weda Smrti*, Mayasari, Jakarta.
- Panero, J. dan Zelnik, M. (2003), "Human Dimension and Interior Space", (Ed. Hardani, Wibi dan Simarmata, Lameda), dalam *Dimensi Manusia dan Ruang Interior*, Erlangga, Jakarta.
- Remawa, R, A.A. Gde. (1999), *Standardisasi Bangunan Rumah Tinggal sebagai Pengembangan Tata Ruang Dalam (Interior) pada Arsitektur Tradisional Bali: Studi Kasus Bale Gede/Saka Roras* (tesis), Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Tayyari, F., Smith, J. L. (1997), *Occupational Ergonomics: Principles and Applications*, Chapman & Hall.
- Turner J., F., C. (1976), *Housing By People*, Calder & Boyars Ltd, London.
- Wignjosoebroto, S., (2000), *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*, Guna Wijaya, Jakarta.