

Perubahan Sistem Struktur Bangunan Rumah Bugis Sulawesi Selatan

Hartawan¹⁾, Bambang Suhendro²⁾, Eugenius Pradipto³⁾, Arif Kusumawanto⁴⁾

¹⁾Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar,
Mahasiswa Program Pasca Sarjana Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

E-mail: hartawanmadeali@yahoo.com
hartawan@mail.ugm.ac.id

²⁾ Jurusan Teknik Sipil Dan Lingkungan Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

^{3),4)} Jurusan Arsitektur dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Abstract

A structural system determines the strength of the building in order to be able to survive in the long period of time. Functioning as residential house, Bugis houses have been through a long period of time and are supported by the use of specific structural system of the building. This structural system has changed in many ways and forms. The aim of the research is to study factors that that effect the changes of structural system of old Bugis houses. The method of research is descriptive model and typology. Descriptive model were used to reveal the phenomenon of point movement of the structural system using SAP 2000 software. Typology was used to classify the types of changes that occurred in the system. The research revealed that the structural system of building of Bugis houses has changed internally and between generations. The structure system used in the past had lower strength than that used in the next period. The characteristics of the changes in the structural system improved because of replacement of structural system from free placement to fixed connection. This change was influenced by three factor, namely, natural resource factor, stiffness factor, and cultural and belief factor. The natural resource aspect is related to the availability of building materials in terms of quality and quantity. The building of Bugis houses in the past utilized higher quality materials than the system that developed afterwards. The stiffness is related to the efforts of Bugis technocrats in the past in optimizing the structural system. The results of the analysis indicated that the extent of the horizontal of a point movement is in proportion to the height of point position of the structural system. The higher the location, the greater the movement is. The culture and belief are related to the survival for individual and group.

Keywords: changes, structural system, Bugis houses

1. Pendahuluan

Bangunan rumah Bugis di Provinsi Sulawesi Selatan sebagaimana bangunan *vernacular* atau tradisional lainnya telah hadir melayani fungsinya sebagai tempat aktivitas dan perlindungan manusia. Kondisi seperti ini telah diarunginya dalam rentang waktu yang panjang. Rumah yang telah hadir dalam waktu tersebut telah teruji dalam laboratorium alam dan mengandung nilai yang tak tertulis sebagai bagian budaya suatu bangsa atau etnis tertentu.

Rumah yang digunakan masyarakat Bugis sebagai hunian utama dewasa ini terdiri dari bangunan tua dan bangunan baru. Bangunan baru

berkembang sangat beragam sementara bangunan tua tetap hadir berdampingan dengan karakternya yang spesifik.

Hartawan dkk 2015, mengungkapkan bahwa bangunan rumah Bugis di Provinsi Sulawesi Selatan relevan dengan budaya dan prinsip hidup masyarakatnya. Budaya, kepercayaan, dan prinsip hidup yang melatar belakangi bentuk bangunannya dapat ditelusuri dalam *lontaraq* (catatan kuno masyarakat Bugis). Bentuk bangunan rumah Bugis yang bersusun tiga dari tampak luar dan bertingkat tiga di dalam ruang utama serta berhierarki tiga dalam hal pembagian ruang di bagian *batabbola* (lantai utama di rumah Bugis) dan *tamping* (lantai dengan elevasi paling rendah

di rumah Bugis) adalah berlatar belakang budaya, kepercayaan dan prinsip hidup masyarakatnya.

Rumah tinggal tersebut dibangun menggunakan prinsip tertentu yang disebut *mappasituppu*. Prinsip ini memanfaatkan bentuk tiang kayu yang bengkok dan menempatkannya pada posisi tertentu dalam sistem struktur bangunan rumah Bugis (Hartawan dkk, 2015). Bangunan dengan sistem struktur spesifik tersebut dalam mengarungi waktu telah mengalami perubahan dalam hal susunan batang pembentuk sistem struktur utamanya.

Fenomena keragaman sistem struktur untuk mewujudkan bentuk rumah yang sama mengundang keingintahuan tentang faktor yang menyebabkan terjadinya perubahan sistem struktur di rumah Bugis dan menjadi pertanyaan dalam penelitian ini.

Referensi dari buku dan penelitian yang berkaitan dengan rumah Bugis masih sangat jarang. Referensi tentang rumah yang dapat digunakan sebagai pembanding hanyalah yang bersumber dari penelitian bangunan *vernacular* dan bangunan tradisional lainnya yang bersifat umum.

Raport 1969, menyatakan bahwa rumah *vernacular* dalam tinjauan terhadap sistem pembentuk fisik bangunan rumah; struktur, konstruksi dan bahan, memiliki nilai yang berbeda. Secara struktural dan bahan telah ditemukan adanya rumah *vernacular* yang dibangun dalam kondisi merugikan demi memenuhi aspek tertentu. Dalam hal penggunaan bahan telah ditemukan adanya kawasan menggunakan bahan bangunan untuk rumahnya yang berbeda dengan bahan yang banyak tersedia disekitarnya.

Penelitian yang berkaitan dengan bagian struktur bangunan salah satunya telah diungkap oleh Kamarwan (1994) dan menemukan bahwa struktur atap bangunan rumah tradisional Indonesia tidak menggunakan struktur rangka batang.

Fenomena keunggulan bangunan rumah tradisional atau *vernacular* telah dapat diungkapkan melalui penggunaan bantuan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya penggunaan perangkat lunak komputer. SAP 2000 adalah salah satu diantara perangkat lunak komputer yang dapat membantu mengungkapkan perilaku sistem struktur bangunan dalam berbagai perlakuan pembebanan. Perangkat lunak tersebut

telah digunakan oleh Triyadi dan Andi (2012) untuk mengungkapkan keunggulan rumah tradisional Sunda di Kampung Panjalin. Dalam penelitian ini digunakan data gempa yang terjadi pada tahun 2007 dan 2009. Hasilnya menunjukkan bahwa rumah tradisional yang terbuat dari kayu lebih tahan terhadap gempa dibandingkan dengan rumah yang terbuat dari bahan beton. Penelitian relevan dilakukan oleh Misam (2010) yang mengungkapkan tentang rumah tradisional di Turki. Rumah dengan struktur *himis* (jenis sistem struktur rumah tradisional yang menggunakan balok kayu sebagai rangka utama yang diisi oleh pasangan batu) dan *bagdadi* (jenis sistem struktur rumah tradisional yang menggunakan susunan kayu bilahan berbentuk setrip yang kedua ujungnya dipaku di kolom) lebih tahan terhadap gempa dibanding bangunan beton yang berkembang di daerah tersebut.

Penelitian ini mengikuti penelitian sebelumnya yang menggunakan alat yang sama pada fokus dan lokasi yang berbeda. Fokus penelitian adalah perubahan sistem struktur pada bangunan rumah Bugis di Provinsi Sulawesi Selatan. Sampelnya adalah rumah tradisional yang berkembang di kawasan Bugis dan dibangun sebelum tahun 1960. Penggunaan tahun ini sebagai batas karena tahun tersebut adalah awal dimulainya kehidupan baru masyarakat Bugis dengan Surat Keputusan Gubernur Sulawesi Selatan tanggal 20 Desember 1965, No. 450/XII/1965 (Mattulada, 1995).

Tujuan penelitian adalah untuk mengungkapkan perihal yang menyebabkan terjadinya perubahan sistem struktur bangunan rumah Bugis di Provinsi Sulawesi Selatan.

2. Fundamental

Fundamental dalam penelitian ini adalah sistem struktur bangunan rumah Bugis tua yang dibangun sebelum tahun 1960 dan dianggap sebagai bangunan asli masyarakat Bugis.

Perkembangan penggunaan sistem struktur bangunan rumah Bugis di Provinsi Sulawesi Selatan telah diungkapkan oleh Hartawan dkk (2015) yang menemukan tipe-tipe sistem struktur bangunan rumah Bugis lintas generasi dan urutan perkembangan penggunaannya. Sistem struktur bangunan rumah tersebut dibangun menggunakan

empat cara menurut komposisi batang yang membentuknya yaitu; a) sistem struktur lima balok bundar, b) sistem struktur empat balok bundar, c) sistem struktur dua balok bundar, dan d) sistem struktur balok persegi. Perkembangan penggunaan sistem struktur ini disebut sebagai perubahan. Bentuk dan urutan waktu penggunaan sistemnya diperlihatkan dalam gambar 1 di bawah. Sistem struktur tersebut dibangun dengan cara belajar dari alam dan menggunakan prinsip atau metode membangun yang disebut *mappasituppu*.

Unsur yang berpengaruh terhadap kekakuan sistem struktur adalah bahan dan sistemnya. Sistem struktur pada gambar 1 diatas adalah peubah tetap penelitian ini. Bahan bangunan yang digunakan oleh masyarakat Bugis membangun rumah adalah kayu. Jenis kayu yang digunakan untuk membangun rumah tua berdasarkan informasi yang ditemukan adalah kayu *cinagori*, *ladang* (lombok) dan *oliqlupang*. Jenis kayu seperti ini sudah tidak ditemukan jauh hari sebelum survei di tahun 2012.

Jenis kayu yang digunakan untuk membangun rumah Bugis yang dapat ditelusuri dalam referensi adalah jenis *bitti* (*vitex copassus*) dan *ipiq* (*intsia bijuga O.K*). Bahan ini digunakan sebagai bahan acuan dalam analisis perpindahan titik struktur.

3. Metodologi

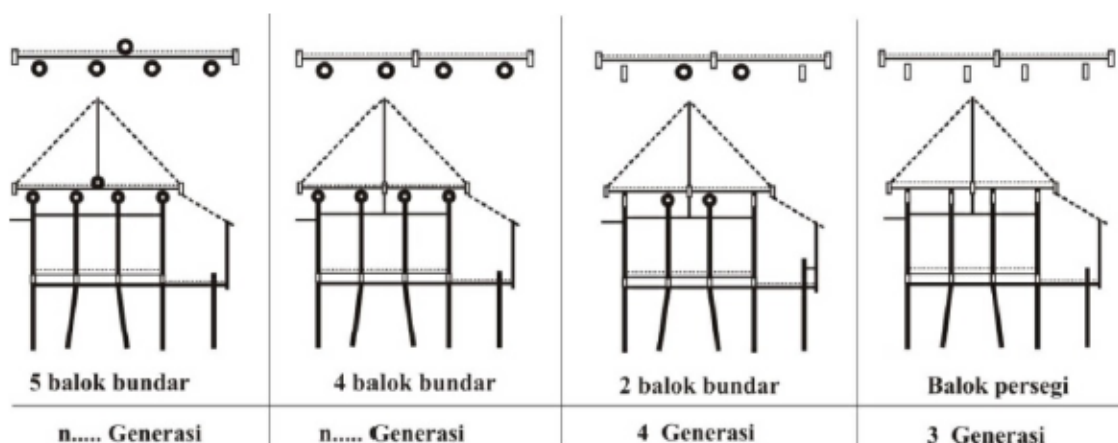
Penelitian ini menggunakan metode tipologi dan pemodelan dalam hal ini *descriptive models*. Metode tipologi digunakan untuk mengelompok-

kan tipe-tipe perubahan sistem struktur. Metode pemodelan digunakan untuk menjelaskan fenomena perilaku sistem struktur dalam perubahannya. Pemodelan dianalisis menggunakan bantuan *software* SAP 2000. Perubahan sistem struktur dilengkapi dengan kajian indikasi fenomena pengaruh dari tinjauan budaya dan kepercayaan yang didukung oleh keterangan *lontaraq*.

Keberhasilan pemodelan ditentukan oleh kemampuan untuk membuat replika yang memiliki sifat dan karakter yang sama dengan fenomena yang diwakilinya. Pembuatan model bangunan tradisional dengan *software* ini ternyata tidak dapat dilakukan secara langsung karena ada beberapa sambungan pada sistem strukturnya yang tidak tersedia secara otomatis. Untuk memenuhi maksud tersebut diperlukan penyesuaian dalam hal besarnya nilai sifat mekanik bahan kayu sebagai bahan struktur dan prinsip sistem sambungan.

Bahan Pembentuk Struktur

Struktur utama bangunan rumah Bugis terbuat dari kayu lokal. Jenis kayu yang digunakan sebagai tiang adalah kayu *bitti* (*vitex copassus*). Jenis kayu untuk elemen struktur horizontal atau balok adalah kayu *ipiq* (*intsia bijuga O.K*). Kayu *bitti* adalah kayu kelas awet II sementara kayu *ipiq* adalah kelas awet I (Bagian Botani Hutan, 1972). Kayu *bitti* adalah kayu yang termasuk kelas kuat II-III dengan modulus elastisitas sebesar 100.000 kg/cm², kayu *ipiq* termasuk kayu kelas kuat I dengan modulus elastisitas sebesar 125.000 kg/cm², (Wiryomartono, 1976). Besarnya pembe-



Gambar 1. Perkembangan sistem struktur bangunan rumah Bugis
Sumber: Hartawan 2015

banan struktur diberikan sesuai dengan ketentuan dalam Pedoman Perencanaan Pembangunan Gedung (1987). Beban angin 40 kg/m^2 , Berat beban hidup di rumah tinggal 200 kg/m^2 , Berat kayu 1000 kg/m^3 .

Prinsip sambungan

Prinsip sambungan yang digunakan pada bangunan rumah Bugis yang perlu diperhatikan dalam pemodelan adalah tumpuan pondasi, hubungan perletakan bebas, dan hubungan kaku.

Tumpuan pondasi bangunan rumah Bugis dibuat dengan cara meletakkan tiang di atas tumpuan batu atau kayu secara perletakan bebas. Kondisi tumpuan seperti ini dalam SAP 2000 disesuaikan dengan prinsip perletakan sendi. Pertimbangannya adalah efek yang akan diamati pada pergeseran titik, dianggap bangunan belum bergeser pada tempatnya.

Hubungan perletakan bebas adalah ciri khas sambungan pada bangunan rumah Bugis. Jenis sambungan yang digunakan pada sistem struktur rangka utama bangunan rumah Bugis adalah sambungan kaku dan perletakan bebas. Sambungan kaku terdapat pada sambungan antara tiang dan balok di lantai satu dan balok *pattoloq yaseq*. Sambungan perletakan bebas terjadi pada sistem struktur lantai dan sistem struktur penopang lantai bawah atap (*rakkeang*). Aplikasi yang diterapkan untuk hubungan kaku adalah fasilitas yang tersedia dalam SAP 2000 sebagai sambungan kaku. Aplikasi hubungan balok bundar dengan tiangnya adalah *release M2* (momen utama). Hubungan antara struktur lantai dengan struktur balok utama direkayasa dengan membuat balok penghubung antara balok lantai dengan balok struktur utama yaitu *arateng* dan *bareq* berupa batang berdimensi kecil sebesar 1 mm dengan menggunakan prinsip *pendel* (*stiffness* bahan diperkuat sementara sifat bahan lainnya dinolkan).

Cara pengujian penetapan perilaku perubahan sistem struktur

Model yang diuji dengan SAP 2000 adalah semua model struktur bangunan rumah Bugis menurut perkembangannya sebagaimana telah diuraikan di bagian fundamental. Model yang ada dibuat dengan dimensi yang sama dari tipe-tipe

sistem struktur yang berbeda untuk melihat fenomena perubahan kekakuan sistemnya.

Pengujian model untuk mengungkapkan fenomena perubahan dilihat menurut titik perpindahan sistem struktur. Titik perpindahan diamati secara vertikal disesuaikan dengan kelompok perubahan di bagian sistem struktur bangunan. Titik berdasarkan letaknya dibagi 2 kelompok yaitu kelompok titik atas di daerah *pattoloq yaseq* keatas dan kelompok titik bawah dibagian bawahnya.

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan disusun menurut urutan perubahan sistem struktur di bangunan rumah Bugis dilanjutkan dengan hasil analisis pemodelan.

Bagian sistem struktur bangunan rumah Bugis

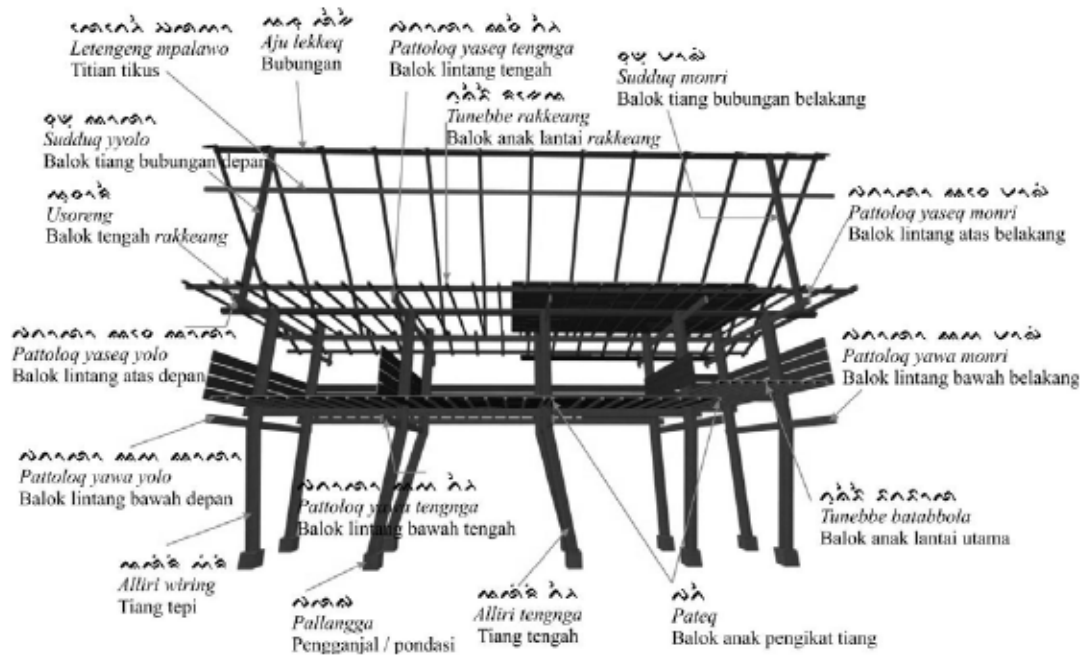
Pengungkapan perkembangan sistem struktur bangunan rumah Bugis diawali dengan penjelasan bagian-bagian sistem struktur yang ada di rumah Bugis. Gambar 2 berikut adalah potongan panjang yang memperlihatkan sistem struktur dan nama lokalnya.

Sistem struktur bangunan rumah Bugis secara umum dijelaskan dari bawah ke atas. Bagian terbawah adalah *pallangga* tempat dudukan tiang (*alliri*). Balok pengikat paling bawah adalah balok yang pengikat tiang arah lebar bangunan (*pattoloq yawa*), kemudian balok yang mengikat tiang arah panjang bangunan (*arateng*) di bagian atasnya sebagai tempat dudukan balok penopang lantai. Balok *pateq* berperan sama dengan *pattoloq yawa* tetapi berdimensi lebih kecil. Balok bagian atas terdiri dari *pattoloq yaseq* (sama dengan *pattoloq yawa* hanya posisinya terletak diatas) dan *bareq* (balok ini sama dengan *arateng* yang terletak diujung tiang).

Tiang penopang balok bubungan disebut *sudduq* yang terpasang di deretan tiang terdepan dan terbelakang. Selengkapnya lihat gambar 2 berikut.

Perubahan sistem struktur pada bangunan rumah Bugis

Sistem struktur bangunan rumah Bugis mengalami perubahan. Perubahan terjadi secara



Gambar 2. Bagian-bagian sistem struktur bangunan rumah Bugis

lintas generasi yang diketahui dari adanya perubahan secara internal pada sistem strukturnya.

Perubahan lintas generasi diungkapkan sebagaimana dijelaskan dalam gambar 1 sebelumnya. Perubahan yang difokuskan pembahasannya pada bagian ini adalah perubahan secara internal di setiap unit sistem struktur. Penjelasannya dimulai dari bawah ke atas meliputi sistem pondasi, sistem struktur badan bangunan, dan sistem struktur *rakkeang*. Perubahan sistem struktur bangunan rumah Bugis di rangkum di tabel 1.


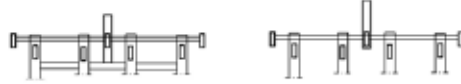
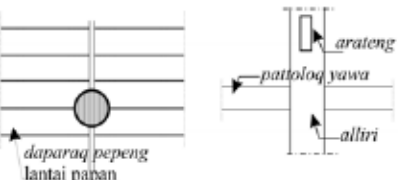

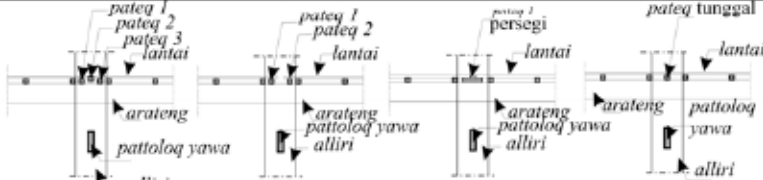



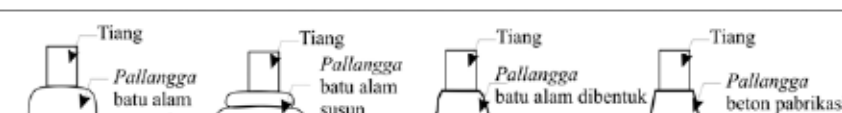
Sistem pondasi yang digunakan di bangunan rumah Bugis pada dasarnya dianggap tidak mengalami perubahan. Prinsip sistem yang digunakan adalah perletakan bebas diatas tumpuan batu atau kayu relatif tetap. Perubahan yang ada hanyalah jenis bahan dan bentuknya. Bentuk yang ada berupa batu alam tanpa olahan; batu alam dengan olahan; dan batu buatan pabrikan dari bahan beton.

Tiang penopang bangunan mengalami perubahan dalam hal bentuk penampang atau potongan batang yang digunakan. Penampang tiang pada sistem struktur tertua menggunakan penampang bundar sebagaimana penampang batang kayu yang belum diolah berubah menjadi batang berpenampang sebelas, delapan, dan penampang bujur

sangkar. Perubahan penggunaan penampang tiang terjadi lintas sistem. Sistem struktur lima balok bundar menggunakan penampang bundar dan segi sebelas. Sistem struktur empat balok bundar menggunakan kolom penampang bundar dan segi delapan. Sistem struktur dua balok bundar menggunakan kolom berpenampang bundar dan segi delapan. Sistem struktur balok persegi menggunakan kolom berpenampang bundar, segi delapan, dan segi empat.

Sistem struktur badan bangunan yang menopang lantai utama terdiri dari tiang, *pattoloq yawa*, *pateq*, *arateng*, *tunebbe*, dan penutup lantai. Sistem struktur di bagian *pattoloq yawa* dan tiang tidak mengalami perubahan. Perubahan yang terjadi berada di bagian *tamping*, sistem *pateq*, dan cara pemasangan lembaran penutup lantai. Perubahan pada bagian *tamping* berupa penambahan balok *arateng* untuk keperluan struktur elevasi lantai baru. *Pateq* berubah dari penggunaan 3 batang menjadi 2 dan 1 batang hingga tidak digunakan lagi. Perubahan cara pemasangan papan lantai awalnya dipasang secara terputus disetiap deretan kolom (*latteq*) berubah menjadi pemasangan secara menerus. Papan penutup lantai dipasang sesuai dengan ukuran panjang bahan yang tersedia.

Tabel 1. Perubahan Sistem Struktur Bangunan Rumah Bugis

Bagian - bagian sistem struktur bangunan rumah Bugis dan perubahannya	Rakkeang	
	Pattoloq yaseq	
	lantai	
	arateng	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>tampak depan</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>tampak samping</p>  </div> </div>
	Pattoloq yawa	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>tampak samping</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>tampak potongan belakang</p>  </div> </div>
	Tiang	
	Pondasi	

Sistem struktur utama di atas permukaan lantai adalah balok *pattoloq yaseq* dan tiang. Perubahan di kedua batang ini hampir tidak ada. Satu-satunya perubahan yang ditemukan adalah penghilangan balok *pattoloq yaseq* pada salah satu sampel sistem struktur balok persegi.

Letak temuan perubahan berupa perbedaan penggunaan sistem struktur berada di sistem struktur *rakkeang*. Perubahan yang menjadi ciri khasnya adalah penggunaan balok bundar sebagai *bareq*. Balok ini berubah dari jumlah lima batang menjadi empat kemudian menjadi dua batang dan selanjutnya terjadi perubahan bentuk penampang

dari penampang bundar menjadi penampang persegi.

Perubahan sistem struktur di bagian atap tidak ditemukan. Fenomena yang terjadi hanyalah penggantian bahan pembentuk sistem struktur dan bahan penutupnya. Bahan penutup yang digunakan di awal permukimannya adalah daun ilalang, bahan atap yang digunakan saat survei 2012 adalah lembaran seng gelombang.

Fenomena perubahan sistem struktur bangunan rumah Bugis dapat dijelaskan berdasarkan tinjauan terhadap hasil analisis dan keterkaitannya dengan unsur budaya/kepercayaan. Tinjauan hasil analisis didukung oleh hasil pemodelan. Tinjauan

budaya/kepercayaan didukung oleh keterangan *lontaraq* dan pandangan hidup masyarakat Bugis.

Perubahan secara umum dirumah Bugis dijelaskan bahwa sistem struktur berubah sesuai tempat kedudukannya secara vertikal. Semakin tinggi tempatnya semakin banyak terjadi perubahan. Bagian yang paling banyak perubahan adalah bagian antara sistem struktur utama bangunan dengan sistem struktur penopang lantai bawah atap atau lantai *rakkeang*.

Analisis perpindahan titik struktur

Hasil analisis perpindahan titik sistem struktur terdiri dari analisis akibat kualitas penggunaan bahan, analisis perpindahan titik menurut karakter sistem, dan perpindahan titik vertikal antar sistem struktur.

Analisis perubahan penggunaan bahan dilakukan berdasarkan penggunaan bahan yang

digunakan di dua jenis sistem struktur tertua yang tidak dapat ditemukan lagi saat survei 2012. Bangunan sistem struktur lima dan empat balok bundar menggunakan bahan kayu dengan nama lokal *oliqlupang* dan *ladang*. Bangunan tua ini mengalami perpindahan titik yang sangat besar bila dilakukan pengujian dengan menggunakan *properties* kayu yang umum dipakai dalam ilmu pengetahuan modern. Tabel 2 menyajikan perbandingan perpindahan titik sistem struktur dengan jenis sifat mekanik bahan yang berbeda.

Data di tabel 2 tersebut menjelaskan perbandingan perpindahan titik pada sistem struktur lima balok bundar dengan sifat mekanik bahan yang berbeda. Bahan umum menggunakan sifat mekanik sebagaimana yang disebutkan dalam metode penelitian. *Default* yang dimaksud dalam pembahasan ini adalah nilai otomatis dalam *software* untuk bahan *arthotropic* (bahan yang memiliki

Tabel 2. Perbandingan perpindahan titik struktur menurut material *properties* bahan

Titik Pengamatan	Perpindahan titik horizontal (cm)						
	Depan		Tengah		Belakang		
	<i>default</i>	bahan umum	<i>default</i>	bahan umum	<i>default</i>	bahan umum	
U1(x)	<i>Lekkeq</i>	0,235	3,66	2,013	27,435	0,219	3,767
	<i>Rakkeang</i>	0,149	2,03	1,97	26,338	0,127	2,181
	<i>Bareq</i>	0,076	1,184	0,044	0,764	0,09	1,261
	<i>Pattoloq Yaseq</i>	0,069	1,095	0,042	0,71	0,082	1,168
	<i>Arateng</i>	0,043	0,681	0,037	0,546	0,057	0,825
	<i>Pattoloq Yawa</i>	0,031	0,487	0,001	0,441	0,037	0,519
U2(y)	<i>Lekkeq</i>	-0,319	-2,866	-0,319	-2,87	-0,318	-2,977
	<i>Rakkeang</i>	-0,369	-3,216	-0,372	-3,173	-0,374	-3,13
	<i>Bareq</i>	0,364	-3,116	-0,364	-3,12	-0,364	-3,126
	<i>Pattoloq Yaseq</i>	-0,339	-2,922	-0,331	-2,842	-0,333	-2,866
	<i>Arateng</i>	-0,234	-2,056	-0,232	-2,042	-0,245	-2,152
	<i>Pattoloq Yawa</i>	-0,171	-1,51	-0,192	-1,175	-0,164	-1,463
U3(z)	<i>Lekkeq</i>	-0,161	0,917	-0,044	1,961	-0,119	429
	<i>Rakkeang</i>	-0,074	2,553	0,002	3,052	-0,025	2,019
	<i>Bareq</i>	-0,002	-0,024	-0,07	-0,631	-0,002	-0,0244
	<i>Pattoloq Yaseq</i>	-0,0026	-0,022	-0,07	-0,628	-0,002	-0,022
	<i>Arateng</i>	-0,001	-0,014	-0,069	-0,618	-0,002	-0,016
	<i>Pattoloq Yawa</i>	-0,001	-0,01	-0,068	-0,612	-0,001	-0,01
Rataan (x)	0,101	1,523	0,684	9,372	0,102	1,620	
Rataan (y)	0,299	-2,533	0,302	-2,464	0,300	-2,533	
Rataan (z)	0,040	0,414	0,054	0,094	0,025	0,324	

sifat mekanik yang berbeda dari berbagai arah atau dapat dikenali ujung pangkalnya). Berdasarkan hasil analisis tersebut dapat dijelaskan bahwa peranan kualitas bahan sangat penting pengaruhnya terhadap kekakuan sistem struktur. Pengertian yang dapat diperoleh dari analisis ini adalah bangunan rumah tua Bugis dibangun menggunakan bahan bangunan yang berkualitas tinggi. Fenomena ini secara sederhana dapat dijelaskan menurut kondisi sumber daya alam pada jaman dahulu yang berlimpah secara kualitas dan kuantitas.

Analisis yang berkaitan dengan perpindahan titik sistem struktur menurut karakteristik sistem struktur yang berkembang berkaitan dengan perpindahan titik di setiap tipe sistem struktur dan perpindahan titik menurut prinsip metode pembangunannya.

Perpindahan titik sistem struktur menurut karakteristik sistem dianalisis perpindahannya menurut pergerakan arah x dan y secara lintas sistem struktur. Hasilnya disajikan dalam tabel 3 berikut.

Data di tabel 3 di atas menjelaskan bahwa sistem struktur bangunan rumah Bugis mengalami perubahan karakter dan perpindahan titik yang

bertingkat. Sistem struktur lima balok bundar sebagai sistem struktur yang tertua mengalami perpindahan titik yang besar disusul sistem struktur empat balok bundar, dua balok bundar, dan sistem struktur balok persegi.

Besaran perpindahan titik lintas sistem struktur menunjukkan adanya perubahan besar lintas sistem. Perubahan besar ini ditemukan dari peralihan sistem struktur empat balok bundar menjadi sistem struktur dua balok bundar. Selisih besaran perpindahan titik yang terjadi sebesar 62,496%. Fenomena perbedaan besar antar dua sistem struktur terjadi karena penggunaan metode sambungan pada bagian atas. Sistem struktur bangunan dua balok bundar menggunakan sambungan kaku pada kedua ujung tiangnya sementara sistem struktur empat balok bundar menggunakan perletakan bebas di bagian tersebut.

Analisis perpindahan titik selanjutnya adalah tinjauan berdasarkan prinsip metode membangun. Sistem struktur bangunan rumah Bugis dibangun menggunakan metode spesifik yang disebut *mappasituppu*. Perpindahan titik struktur antar sistem akibat penggunaan prinsip membangun tersebut disajikan dalam tabel 4 berikut.

Tabel 3. Selisih perpindahan titik antar sistem struktur rumah Bugis lintas generasi

Sistem struktur rumah Bugis	Perbandingan perpindahan titik struktur lintas generasi (cm)			
	Sistem struktur balok persegi	Sistem struktur 2 balok bundar	Sistem struktur 4 balok bundar	Sistem struktur 5 balok bundar
perpindahan titik arah x	1,6163	1,6666	3,9719	6,0226
perpindahan titik arah y	3,3909	3,9707	5,6828	5,7097
Besar perpindahan titik	3,7565	4,3062	6,9975	8,2989
Selisih perpindahan titik	0,5498	2,6912	1,3104	
% selisih perpindahan	14,636	62,496	18,598	

Tabel 4. Perbandingan selisih perpindahan titik sistem struktur dengan prinsip mappasituppu

Perbandingan prinsip <i>mappasituppu</i>	Perpindahan titik (cm)							
	5 Balok Bundar		4 Balok Bundar		2 Balok Bundar		Balok Persegi	
	KB-BM	KL-BT	KB-BM	KL-BT	KB-BM	KL-BT	KB-BM	KL-BT
perpindahan titik arah x	6,023	9,024	3,972	6,926	1,667	4,521	1,616	4,433
perpindahan titik arah y	5,710	0,144	5,683	0,284	3,971	0,169	3,391	0,124
Besar perpindahan titik	8,299	9,025	6,933	6,932	4,306	4,524	3,756	4,435
Selisih perpindahan titik		0,726		0,001		0,218		0,678
% selisih perpindahan		8,751		0,021		5,060		18,056

Hasil olahan di tabel 4 menjelaskan bahwa sistem struktur bangunan yang dibangun dengan cara *mappasituppu* dibandingkan dengan prinsip membangun dengan cara sebaliknya atau dengan cara kolom lurus menunjukkan keunggulannya. Peran prinsip membangun dengan cara *mappasituppu* memberikan sumbangan kekakuan yang cukup besar yaitu sekitar 8%. Sumbangan perpindahan terbesar terjadi pada sistem struktur dua balok bundar dengan selisih perpindahan sebesar 38,056%.

KB-BM (Kolom Bengkok Balok Miring) adalah ciri khas prinsip *mappasituppu*. Dibandingkan dengan KL-BT (Kolom Tegak Balok Tegak) sebagai kebalikan dari prinsip *mappasituppu*.

Uraian selanjutnya adalah perpindahan titik sistem struktur berdasarkan perubahan sistem struktur secara internal. Analisis perubahan sistem struktur secara internal berkaitan dengan karakteristik perubahan sistem struktur bangunan rumah Bugis yang mengalami perubahan pada arah vertikal.

Data di tabel 5 di bawah dirumuskan berdasarkan perpindahan arah x dan y . Data menjelaskan bahwa perpindahan titik yang terjadi pada sistem struktur bangunan rumah Bugis lintas generasi secara vertikal semakin ke atas perpindahan titiknya semakin besar secara berkelompok. Selisih perpindahan titik menurut kelompok bagian sistem struktur dijelaskan dalam grafik gambar 3.

Grafik menjelaskan bahwa perpindahan titik pada sistem struktur secara vertikal dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok menurut karakter sistem yang berkembang. Kelompok lima dan empat balok bundar dengan kelompok dua

balok bundar dan balok persegi. Perpindahan titik di sistem struktur empat dan lima balok bundar mengalami perpindahan titik secara berkelompok pada bagian atas yang berbeda dengan kelompok lainnya.

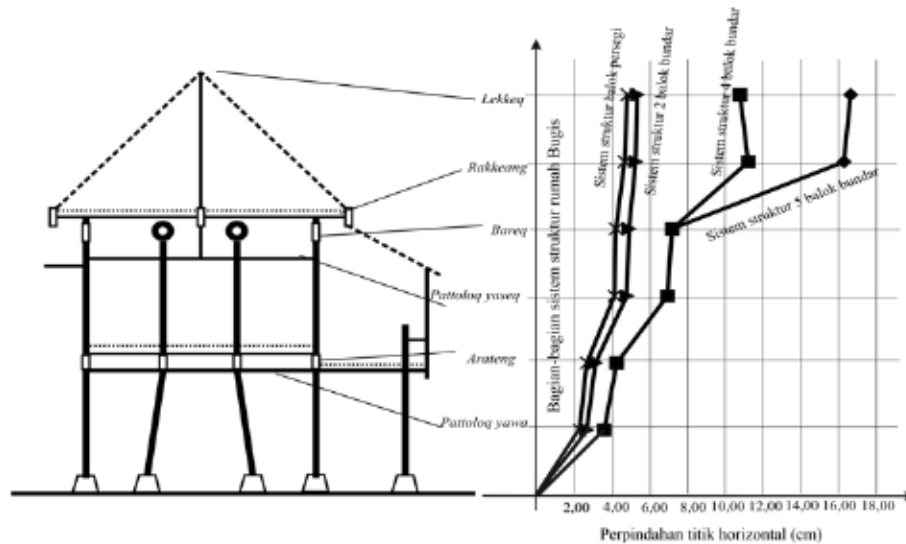
Perpindahan titik secara vertikal dalam pandangan inter sistem di kelompok titik perpindahan dapat dikelompokkan menjadi dua dalam satu sistem struktur. Kelompok titik bawah dan atas. Kelompok titik bawah dari *pattoloq yawa* hingga *bareq*; kelompok titik atas dari *bareq* hingga *lekkeq*. Perpindahan di kedua kelompok titik memiliki persamaan di kelompok titik bagian bawah. Perbedaan terjadi di kelompok titik atas. Sistem struktur dua balok bundar dan sistem struktur balok persegi menunjukkan fenomena yang sama dengan besaran pergeseran yang berbeda. Sistem struktur balok persegi mengalami perpindahan titik yang paling kecil.

Analisis di atas adalah analisis kuantitatif yang merumuskan fenomena empiris perubahan sistem struktur. Penajaman analisis selanjutnya adalah dengan melihat keterkaitan fenomena dengan pandangan budaya dan kepercayaan masyarakat Bugis. Analisis ini akan dikaji menurut keterangan *lontaraq*. *Lontaraq* yang diacu adalah *Lontaraq Pangajaqna Meong Mpaloe*.

Lontaraq menjelaskan bahwa Dewi Padi yang bernama Sangiang Serriq mengembara ke sebagian besar wilayah di Provinsi Sulawesi Selatan untuk mencari lingkungan masyarakat yang berbudi luhur. Setiap kampung yang didatanginya disebutkan harapan yang harus dipatuhi dan pantangan yang harus dihindari. Pantangan dan harapannya adalah ukuran budi luhur dalam kepercayaan masyarakat Bugis.

Tabel 5. Perbandingan perpindahan titik di sistem struktur rumah Bugis secara vertikal

Posisi titik vertikal	Perpindahan titik horizontal (cm)			
	5 balok bundar	4 balok bundar	2 balok bundar	Balok persegi
<i>Lekkeq</i>	16,648	10,772	5,304	4,786
<i>Rakkeang</i>	16,294	11,213	5,226	4,634
<i>Bareq</i>	7,150	7,168	4,878	4,179
<i>Pattoloq Yaseq</i>	6,913	6,925	4,753	4,097
<i>Arateng</i>	4,231	4,213	3,090	2,637
<i>Pattolog Yawa</i>	3,560	3,543	2,628	2,245



Gambar 3. Perpindahan titik horizontal sistem struktur rumah Bugis berdasarkan elevasi bagian-bagian strukturnya

Harapan dan pesan pertama yang diidamkannya sebagai budi luhur adalah; manusia yang pandai mengantar orang pergi; menjemput orang yang datang; memberi makan orang lapar; memberi minum orang haus; menyarungi orang telanjang; dan seterusnya. Pesan untuk memberi makan orang lapar mengandung makna yang dalam. Maksudnya adalah tuntutan akan jaminan bahan makanan untuk keluarga secara internal dan juga untuk orang lain yang memerlukannya. Kondisi ini menjadi motivasi bagi masyarakat Bugis untuk mengumpulkan padi sebanyak-banyaknya dalam batasan cara terbaik. Konsekwensinya adalah kepemilikan lahan persawahan yang luas dan ruang *rakkeang* yang kokoh dan luas.

Keterangan *lontaraq* tersebut seiring dengan pandangan hidup dan kehidupan masyarakat Bugis yang menempatkan unsur hidup sebagai hak asasi yang tertinggi. Jaminan manusia untuk hidup adalah makan, sumber bahan makanan utama orang Bugis adalah padi. Padi ditempatkan di ruang bawah atap (*rakkeang*), ruang tertinggi di bangunan rumah Bugis karena padi dipercaya sebagai perwakilan Dewata di bumi.

Berdasarkan keterangan *lontaraq* tentang pandangan hidup dan kehidupan masyarakat Bugis dikaitkan dengan analisis perubahan sistem struktur dan perpindahan titik ditemukan adanya kesesuaian. Hak asasi tertinggi masyarakat Bugis adalah hidup dan takut mati. Jaminan hidup diterjemahkan sebagai penyediaan bahan makanan dalam hal ini padi. Takut mati di terjemahkan

dalam dasar perhitungan jumlah batang di bagian bangunan yang berhubungan langsung dengan manusia sebagai dasar hitungan hidup dan mati. Akibat dari dasar perhitungan tersebut menjadikan jumlah balok anak menopang lantai dan jumlah anak tangga harus berjumlah ganjil. Penekanan sumber kehidupan yang diperoleh dari bahan makanan (padi) yang disimpan di ruang bawah atap berakibat pada terjadinya perubahan di bagian sistem struktur pertemuan antara atap dengan struktur badan bangunan.

Terjadinya perubahan sistem struktur pada bangunan rumah Bugis yang banyak mengalami perubahan di kelompok titik bagian atas adalah sejalan dengan penempatan padi di bagian atas. Penempatan padi di *rakkeang* secara struktural beresiko sebagai beban besar yang mengalami perubahan secara rutin. Ruang bawah atap ini dijadikan sebagai gudang penyimpanan bahan makanan sebanyak-banyaknya. Beban penuh terjadi saat selesai musim panen dan berubah menjadi ringan seiring dengan berjalannya waktu menuju musim tanam selanjutnya.

Berdasarkan grafik gambar 3 dapat dilihat bahwa besarnya perubahan sistem struktur bangunan rumah Bugis secara vertikal terjadi dari bawah keatas menuju sistem struktur yang lebih kaku. Perubahan ini bila dikaitkan dengan hasil dalam tabel 3 & 4 menunjukkan Perubahan ini disebabkan oleh tuntutan kekakuan untuk memenuhi tuntutan budaya dan kepercayaan masyarakatnya.

Kandungan Perubahan Sistem Struktur

Sistem struktur bangunan rumah Bugis telah mengalami perubahan lintas generasi. Perubahannya lebih banyak terjadi di struktur penopang lantai *rakkeang*. Berdasarkan data dan analisis yang telah dilakukan dapat dijelaskan tentang perihal yang memengaruhi terjadinya perubahan sistem struktur bangunan dalam tiga aspek yaitu sumber daya alam yang berkaitan dengan bahan bangunan, upaya meningkatkan kekakuan bangunan, dan kepercayaan atas dasar prinsip hidupnya.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem struktur bangunan rumah Bugis mengalami perpindahan titik struktur yang semakin besar pada sistem yang lebih tua. Hasil ini mengantarkan pengertian bahwa bilamana struktur bangunan rumah tua dibangun menggunakan bahan sebagaimana yang ada saat ini (2012), maka bangunan tersebut tidak akan bertahan lama karena akan cepat runtuh akibat perpindahan titik strukturnya yang besar. Pengujian lain juga membuktikan bahwa bilamana struktur bangunan tua diperlakukan dengan kualitas bahan yang lebih kuat akan memberikan perpindahan titik yang lebih sedikit pada sistem struktur yang sama. Dengan demikian terungkap bahwa perubahan sistem struktur bangunan rumah Bugis dipengaruhi oleh ketersediaan bahan alam cukup dan berkualitas. Hasil pembuktian dapat dilihat dalam tabel 2 sebelumnya.

Hasil penelusuran perkembangan sistem struktur bangunan rumah Bugis mengantarkan pada temuan urutan sistem struktur yang digunakan masyarakat Bugis. Pengujian semua sistem tersebut dengan prinsip *mappasituppu* menunjukkan usaha peningkatan kekakuan sistem struktur. Data di tabel 3 menunjukkan terjadinya pergeseran titik yang berurut, sistem struktur lima balok bundar paling lemah kemudian sistem struktur empat balok bundar, sistem struktur dua balok bundar, dan sistem struktur balok persegi. Sistem yang lebih muda memiliki kekakuan yang lebih baik. Analisis ini menjelaskan bahwa sistem struktur bangunan rumah Bugis berubah menuju ke suatu sistem yang lebih kaku.

Aspek selanjutnya adalah kepercayaan atas dasar prinsip hidup. Prinsip hidup masyarakat Bugis yang mengutamakan unsur hidup berkaitan

dengan padi sebagai sumber bahan makanan utama dan berakibat pada perubahan sistem struktur bangunan rumahnya. Informasi yang dapat digunakan sebagai pendukung adalah budaya masyarakat di kawasan tersebut yang terbiasa menitipkan hasil panennya kepada kerabatnya bilamana rumahnya belum ada atau tidak cukup untuk menampung hasil panen yang berlimpah.

Keterangan lain yang diperoleh di dua tempat yaitu di Gilireng dan di Keera (nama kampung di Kabupaten Wajo) menjelaskan keadaan masyarakat yang mengutamakan padi sebagai bahan makanan utama untuk disimpan di atas *rakkeang*. Keterangan dari Gilireng menjelaskan tentang adanya rumah yang memungkinkan kerbau pembawa beban padi naik langsung ke *tamping* rumah sebelum padi dinaikkan ke *rakkeang*. Keterangan lainnya dari Keera mengatakan bahwa telah terjadi 7 lapis alas kaki dari kulit kerbau yang bocor akibat diinjak oleh masyarakat yang sedang menaikkan padi ke atas *rakkeang*.

Berdasarkan keterangan tersebut di atas dan hasil analisis perubahan sistem struktur secara vertikal sebagaimana divisualisasikan dalam gambar 3 menunjukkan adanya keterkaitan. Sistem struktur bangunan rumah Bugis berubah di bagian atas terutama di bagian pertemuan antara sistem struktur utama bangunan dengan sistem struktur penopang lantai *rakkeang*. Fenomena ini sejalan dengan digunakannya lantai tersebut sebagai ruang penyimpanan padi sebagai cadangan sumber bahan kehidupan. Uraian di atas menunjukkan bahwa peran budaya dan kepercayaan berpengaruh terhadap perubahan sistem struktur bangunan rumah Bugis.

5. Kesimpulan

Sistem struktur bangunan rumah Bugis telah hadir melayani fungsi sebagai rumah tinggal masyarakat Bugis dengan budaya dan kepercayaannya. Kehadirannya dalam rentang waktu yang panjang ternyata mengalami perubahan-perubahan. Perubahan yang terjadi dapat ditelusuri secara lintas generasi maupun secara internal dalam sistem itu sendiri.

Perubahan lintas generasi menunjukkan upaya peningkatan kekakuan sistem dengan mengoptimalkan penggunaan sumber daya alam. perubahan

an internal menunjukkan besaran perpindahan titik yang besar di bagian atas.

Perubahan sistem struktur disebabkan oleh tiga aspek yaitu sumber daya alam, kekakuan, dan budaya / kepercayaan. Aspek sumber daya alam berkaitan dengan ketersediaan bahan secara kualitas dan kuantitas serta pemanfaatan bentuk bahan. Bangunan tua menggunakan bahan yang lebih berkualitas dibanding dengan bangunan setelahnya. Aspek kekakuan berkaitan dengan keinginan masyarakat meningkatkan kekakuan struktur bangunan melalui peningkatan metode membangun. Peningkatan kualitas metode membangun rumah bergeser dari penggunaan metode sambungan perletakan bebas menjadi sambungan yang lebih kaku. Aspek budaya dan kepercayaan berkaitan dengan kepercayaannya kepada pesan dan pantangan Dewi Padi.

Daftar Pustaka

-, (1987). Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah Dan Gedung. Departemen Pekerjaan Umum. Yayasan Badan Penerbit P.U.
- Bagian Botani Hutan, 1972, Daftar Nama Pohon Sulawesi Selatan Tenggara dan Sekitarnya, Lembaga Penelitian Hutan Bogor.
- Hartawan, B. Suhendro, E. Pradipto, A. Kusumawanto, 2015, Perkembangan Sistem Struktur Bangunan Rumah Bugis Sulawesi Selatan. Proceeding The 5th Annual Engineering Seminar (AES 2015) *Free Trade Engineers: Opportunity or Threat*. Fakultas Teknik UGM. Jogyakarta 12 Februari 2015 A-(51-60).
- Hartawan, B. Suhendro, E. Pradipto, A. Kusumawanto, 2015, Relevansi Tiga Tingkatan Rumah Bugis dengan Budaya dan Kepercayaan Masyarakat. Proceeding The 5th Annual Engineering Seminar (AES 2015) *Free Trade Engineers: Opportunity or Threat*. Fakultas Teknik UGM. Jogyakarta 12 Februari 2015 D-(87-93).
- Kamarwan Sidharta dan S. Ahmad, 1994, Konstruksi atap bangunan tradisional Indonesia tidak menggunakan rangka batang, Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Universitas Indonesia.
- Mattulada, 1995, Latoa, Suatu Lukisan Analitis Terhadap Antropologi Politik Orang Bugis. Hasanuddin University Press.
- Misam Dogan, 2010, Seismic analysis of traditional buildings: bagdadi and himis, Anadolu University Journal of Science and Technology – Applied Sciences and Engineering, cilt/ vol.:11-sayı/no: 1 : 35-45
- Rapoport. A, 1969, House Form and Culture, Prentice-Hall, Inc.
- Triyadi. S, dan Andi. H, 2012, Kampung Panjalling vernacular house tenacity on hard soil in earthquake zone III, Canadian Journal on Environmental, Construction and Civil Engineering Vol. 3, No. 1, January 2012
- Wiryomartono. S, 1976, Konstruksi Kayu jilid 1, Bahan bahan kuliah fakultas teknik UGM.