

DISERTASI

**PERILAKU STRUKTUR
RUMAH PANGGUNG BUGIS - MAKASSAR
DALAM MERESPON BEBAN GEMPA**

*Structure Behavior
Bugis - Makassar Stage House
In Response To The Earthquake Load*

**ARMIN ARYADI
D013211005**



**PROGRAM STUDI DOKTOR ILMU TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**



PENGAJUAN DISERTASI

**PERILAKU STRUKTUR
RUMAH PANGGUNG BUGIS - MAKASSAR
DALAM MERESPON BEBAN GEMPA**

Disertasi
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Doktor
Program Studi Ilmu Teknik Sipil

Disusun dan diajukan oleh

ttd

**ARMIN ARYADI
D013211005**

Kepada

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

GOWA

2024



DISERTASI
PERILAKU STRUKTUR RUMAH PANGGUNG BUGIS – MAKASSAR
DALAM MERESPON BEBAN GEMPA.

ARMIN ARYADI
D013211005

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian Disertasi yang dibentuk
dalam rangka penyelesaian studi pada Program Doktor Ilmu Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
pada tanggal 13 Agustus 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,
Promotor



Prof. Dr.-Ing. Herman Parung, M.Eng
NIP. 196207291987031001

Co-Promotor



Prof. Dr.Eng. Ir. Rita Irmawaty, ST, MT
NIP. 197206192000122001

Co-Promotor



Dr.Eng. Ir. A. Arwin Amiruddin, ST., MT
NIP. 197912262005011001

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



Muhammad Isran Ramli, ST, MT.
IPM, ASEAN.Eng
197309262000121002

Ketua Program Studi
S3 Ilmu Teknik Sipil



Prof. Dr.Eng. Ir. Rita Irmawaty, ST, MT
NIP. 197206192000122001



PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Yang bertanda tangan di bawah ini


Nama : Armin Aryadi
Nomor Mahasiswa : D013211005
Program Studi : Ilmu Teknik Sipil

Dengan ini menyatakan bahwa, disertasi berjudul “Perilaku Struktur Rumah Panggung Bugis-Makassar Dalam Merespon Beban gempa” adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing (Prof. Dr. Ing. Herman Parung, M.Eng, Prof. Dr. Eng. Ir. Hj. Rita Irmawaty ST., MT. dan Dr. Eng. Ir. A. Arwin Amiruddin, ST. MT). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka disertasi ini. Sebagian dari isi disertasi ini telah dipublikasikan di Prosiding (Seminar Nasional Energi, Kelistrikan, Teknik dan Informatika Institut Teknologi PLN Jakarta, Volume 3, 2022), Prosiding (Seminar Nasional Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta, ISSN: 2459-9727), DOI <https://doi:10.1088/1755-1315/1117/1/012032>) sebagai artikel dengan judul “*Analysis of Response and Performance of Bugis-Makassar Stilt House Structures Using Pushover Analysis*”, dan Jurnal Internasional (Q1) dengan judul “*Investigation of the Mechanical Behavior of Full-Scale Experimental Bugis-Makassar Timber House Structures*”, DOI <http://dx.doi.org/10.28991/CEJ-2024-010-06-04>.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa disertasi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Gowa, 21 Agustus 2024

Yang menyatakan


Armin Aryadi



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT atas selesainya penulisan disertasi ini. Tema pokok disertasi ini menyangkut Perilaku Struktur Rumah Panggung Bugis-Makassar Dalam Merespon Beban Gempa. Bukan hal yang mudah untuk mewujudkan gagasan-gagasan tersebut dalam sebuah susunan disertasi, berkat bimbingan, arahan dan motivasi berbagai pihak maka disertasi ini bisa disusun sebagaimana kaidah-kaidah yang dipersyaratkan, dan untuk itu penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ing. Herman Parung, M.Eng selaku Promotor, atas bimbingan, arahan, dan petunjuknya sehingga penulisan dan penyusunan disertasi ini dapat kami laksanakan dengan baik.
 2. Prof. Dr. Eng. Ir. Hj. Rita Irmawaty, S.T., M.T, selaku Co-Promotor, atas bantuan, bimbingan, koreksi dan saran mulai dari ide penelitian, pelaksanaan penelitian hingga terwujudnya disertasi ini.
 3. Dr. Eng. Ir. A. Arwin Amiruddin, S.T., M.T, selaku Co-promotor, atas bantuan, bimbingan dan saran khususnya pada saat pelaksanaan penelitian, dan koreksi-koreksi untuk penyempurnaan disertasi ini.
 4. Prof. Dr. Ir. Ellen Joan Kumaat, M.Sc., DEA., IPU. ASEAN.Eng., sebagai penguji eksternal yang telah memberikan arahan dan masukan dalam penyusunan disertasi ini.
 5. Rektor Universitas Hasanuddin Prof. Dr. H. Jamaluddin Jompa, M.Sc, Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T., IPM., ASEAN.Eng., sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Prof. Dr. Ir. M. Wihardi Tjaronge, S.T., M.Eng., sebagai Ketua Departemen Teknik Sipil Universitas Hasanuddin, Prof. Dr. Eng. Ir. Hj. Rita Irmawaty, S.T., M.T., sebagai Ketua Program Studi S3 Ilmu Teknik Sipil Universitas Hasanuddin dan Bapak/Ibu Dosen Departemen Teknik Sipil Universitas Hasanuddin yang telah mengarahkan dan membimbing selama proses perkuliahan, serta Bapak/Ibu Staf Prodi S3 Teknik Sipil yang sangat membantu dalam proses administrasi.
- dan Bapak/Ibu Unit Penjaminan Mutu S3, Departemen Teknik Sipil Universitas Hasanuddin, Bapak Prof. DR. Ir. H. Muhammad Saleh Pallu, M.Eng. yang telah membantu dan memberi bimbingan dalam penulisan.



7. Rektor Universitas Sembilanbelas November Kolaka, Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sembilanbelas November, Kaprodi Teknik Sipil Universitas Sembilanbelas November Kolaka beserta Civitas Akademika Universitas Sembilanbelas November Kolaka.
8. Rekan-rekan dan laboran Laboratorium Riset Eco Material dan Rekayasa Gempa dan Struktur, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.
9. Teman-teman S3 Teknik Sipil Unhas angkatan 2020 dan 2021, yang senantiasa memberikan semangat dan motivasi selama ini.

Akhirnya ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya atas segala dukungan, doa, cinta, keikhlasan, pengorbanan yang tak ternilai kepada kedua orang tua Ayahanda (Alm.) H. Muh. Arsyad dan Ibunda Hj. Rusnayani, S.Pd, Ayahanda Mertua H. Laumba, S.Pd dan Ibunda Mertua Hj. Rosmiati, A.Md., serta terkhusus Istri tercinta Rina Nur Afifa S.Pd., M.Pd., dan Putriku tersayang Amirah Dzakhirah, yang selalu ada dan mendukung dengan penuh cinta dan keikhlasan.

Semoga segala bantuan, motivasi, koreksi dan saran yang telah diberikan mendapat imbalan yang seimbang dari Allah Yang Maha Kuasa. Keterbatasan kemampuan, pengetahuan penulis sehingga disertasi ini masih belum sempurna yang diharapkan, untuk itu koreksi tambahan masih sangat diharapkan untuk perbaikan disertasi ini. Harapan penulis, Disertasi ini dapat memberi manfaat kepada pihak-pihak yang membutuhkan.

Gowa, Agustus 2024

Penulis

Armin Aryadi



ABSTRAK

ARMIN ARYADI. *Perilaku Struktur Rumah Panggung Bugis-Makassar Dalam Merespon Beban Gempa* (dibimbing oleh **Herman Parung, Rita Irmawaty** dan **A. Arwin Amiruddin**).

Kajian tentang analisa perilaku dan ketahanan Rumah Panggung Bugis-Makassar (RPBM) terhadap gempa, dua tahun terakhir telah dilakukan penelitian, tetapi masih dalam penelitian simulasi dan komputasi. Untuk itu perlu analisis lebih lanjut mengenai pemodelan dan identifikasi struktur rumah, uji propertis kayu, respon dan kinerja struktur rumah serta bagaimana perilaku mekanis struktur RPBM dalam merespon beban gempa.

Penelitian ini bertujuan menghasilkan keluaran gambar struktur dan konstruksi model 3D RPBM, detail gambar kerja dan analisis volume, menganalisis sifat fisis dan mekanis komponen kayu, menganalisis respons dan kinerja struktur rumah RPBM di wilayah yang mewakili tingkat resiko gempa tinggi, dan menganalisis perilaku mekanik struktur RPBM dengan *fullscale*. Penelitian ini menggunakan metode penelitian simulasi, eksperimental numerik dan eksperimental laboratorium, secara kuantitatif dan sistematis untuk mencari pengaruh suatu variabel independen terhadap variabel dependen.

Tahapan analisis dimulai dengan memodelkan struktur dan konstruksi RPBM dengan aplikasi BIM (*Building Information Modeling*), kemudian dilanjutkan dengan uji propertis di laboratorium, mengenai sifat fisis dan mekanis kayu Bitti sebagai material lokal. Tahapan selanjutnya, menganalisis respons dan kinerja struktur RPBM di wilayah Bone yang mewakili tingkat resiko gempa tinggi. Analisis dilakukan dengan analisis *pushover* dengan metode numerik. Berdasarkan analisis *pushover* didapatkan level kinerja struktur memiliki level kinerja B untuk Wilayah Bone. Tahapan terakhir, dilanjutkan dengan menganalisis perilaku mekanik struktur rumah RPBM dengan *fullscale*. Metode penelitian dengan pengujian eksperimental spesimen rumah ukuran 1,5 m x 2,3 m. Analisis dilakukan dengan pembebanan lateral siklik yang mengacu pada ISO 16670-2003. Berdasarkan hasil analisis data meliputi kekuatan, daktilitas, dan disipasi energi, RPBM menunjukkan perilaku yang baik dalam merespon beban gempa dan aman pada saat terjadi pembebanan ekstrim. Hasil dari penelitian menunjukkan struktur rumah mengalami goyangan akibat beban siklik lateral. Kerusakan pada struktur kayu sebagian besar tidak ada. Rasio konversi energi GPE dan ESE dan energi histeresis terhadap energi input, hampir seimbang. Melalui berulang kali menyimpan dan melepaskan energi seismik, kerusakan pada komponen struktur dapat diminimalkan.

Kata kunci : Perilaku struktur, Rumah Panggung Bugis-Makassar (RPBM), Analisis *pushover*, Lateral siklik



ABSTRACT

ARMIN ARYADI. *Structure Behavior Bugis-Makassar Stage House In Response To The Earthquake Load* (supervised by **Herman Parung, Rita Irmawaty** dan **A. Arwin Amiruddin**).

Studies on the analysis of the behavior and resistance of Bugis-Makassar Stilt Houses (RPBM) against earthquakes have been carried out in the last two years, but are still in simulation and computational research. For this reason, further analysis is needed regarding modeling and identification of house structures, tests of wood properties, response and performance of house structures and how the mechanical behavior of RPBM structures responds to earthquake loads.

This study aims to produce structural and construction drawings of the RPBM 3D model, detailed working drawings and volume analysis, analyze the physical and mechanical properties of wood components, analyze the response and performance of RPBM house structures in areas that represent a high level of earthquake risk, and analyze the mechanical behavior of RPBM structures. with fullscale. This study uses simulation research methods, numerical experiments and laboratory experiments, quantitatively and systematically to find the effect of an independent variable on the dependent variable.

The analysis phase begins with modeling the structure and construction of the RPBM using the BIM (Building Information Modeling) application, then continues with property tests in the laboratory regarding the physical and mechanical properties of Bitti wood as a local material. The next step is to analyze the response and performance of the RPBM structure in the Bone region which represents a high level of earthquake risk. Analysis was performed by pushover analysis with numerical methods. Based on the pushover analysis, it is found that the performance level of the structure has a performance level of B for the Bone Region. The final stage is followed by analyzing the mechanical behavior of the RPBM house structure at full scale. The research method is experimental testing of house specimens measuring 1.5 m x 2.3 m. The analysis was carried out with cyclic lateral loading referring to ISO 16670-2003. Based on the results of data analysis including strength, ductility, and energy dissipation, RPBM shows good behavior in responding to earthquake loads and is safe when extreme loading occurs. The results of the study show that the structure of the house experiences sway due to lateral cyclic loads. Damage to the wooden structure is mostly non-existent. The energy conversion ratios of the GPE and ESE and the hysteresis energy to the input energy are nearly equal. Through repeatedly storing and releasing seismic energy, damage to structural components can be minimized.

Keywords : Structural behavior, Bugis-Makassar Stage House (RPBM), Pushover analysis, Cyclic lateral



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERSETUJUAN DISERTASI	ii
PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL	xvi
BAB I. PENDAHULUAN	
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	7
I.3 Tujuan Penelitian	7
I.4 Batasan Masalah	8
I.5 Manfaat Penelitian	8
I.6 Ruang Lingkup Penelitian	9
BAB II. KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN	
II.1 Kerangka konseptual	10
II.2 Hipotesis penelitian	15
BAB III. PERANCANGAN STRUKTUR DAN KONSTRUKSI RUMAH PANGGUNG BUGIS-MAKASSAR DENGAN APLIKASI BIM	
III.1 Abstrak	16
III.2 Pendahuluan	16
III.3 Metode Penelitian	19
Hasil dan Pembahasan	22
Kesimpulan	29
Daftar Pustaka	30



BAB IV. ANALISIS SIFAT FISIS DAN MEKANIS KAYU BITTI PADA STRUKTUR DAN KONSTRUKSI RUMAH BUGIS-MAKASSAR

IV.1 Abstrak.....	32
IV.2 Pendahuluan.....	32
IV.3 Metode Penelitian	34
IV.4 Hasil dan Pembahasan	41
IV.5 Kesimpulan	55
IV.6 Daftar Pustaka.....	56

BAB V. ANALISIS RESPONS DAN KINERJA STRUKTUR RUMAH PANGGUNG BUGIS-MAKASSAR MENGGUNAKAN *PUSHOVER ANALYSIS*

V.1 Abstrak.....	58
V.2 Pendahuluan	58
V.3 Metode Penelitian	60
V.4 Hasil dan Pembahasan.....	67
V.5 Kesimpulan	72
V.6 Daftar Pustaka	72

BAB VI. PERILAKU MEKANIS STRUKTUR RUMAH PANGGUNG BUGIS-MAKASSAR DENGAN UJI SKALA PENUH

VI.1 Abstrak.....	75
VI.2 Pendahuluan.....	75
VI.3 Metode Penelitian	78
VI.4 Hasil dan Pembahasan	82
VI.5 Kesimpulan	102
VI.6 Daftar Pustaka.....	103

BAB VII. PEMBAHASAN UMUM

VII.1 Temuan Empirik.....	107
VII.2 Kebaruan (Novelty).....	108
VII.3 Kesimpulan.....	109

Saran.....	111
DAFTAR PUSTAKA	112
DAFTAR LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
Tabel 1.	Matriks Penelitian Terdahulu.....	11
Tabel 2.	Rekapitulasi perhitungan jumlah elemen struktur	22
Tabel 3.	Perhitungan otomatis standart Archicad – Volume material	23
Tabel 4.	Nilai Desain dan Modulus Elastisitas Lentur Acuan (SNI 7973:2013).....	34
Tabel 5.	Koefisien variasi pada Modulus Elastisitas (COVE) untuk glulam dan gergajian (SNI 7973:2013)	35
Tabel 6.	Faktor Konversi Format (KF) (SNI 7973:2013).....	37
Tabel 7.	Hasil Pengujian Kadar Air Untuk Menentukan Kode Mutu Pada Kayu Bitti	41
Tabel 8.	Hasil Pengujian Kerapatan Kayu.....	42
Tabel 9.	Hasil Pengujian Berat Jenis	42
Tabel 10.	Rekapitulasi Pengujian Sifat Fisis	43
Tabel 11.	Perhitungan Modulus Elastisitas.....	43
Tabel 12.	Hasil Pengujian Kuat Tekan Sejajar Serat.....	44
Tabel 13.	Hasil Pengujian Kuat Tekan Tegak Lurus Serat.....	46
Tabel 14.	Hasil Pengujian Kuat Tarik Sejajar Serat	47
Tabel 15.	Hasil Pengujian Kuat Tarik Tegak Lurus Serat	48
Tabel 16.	Hasil Pengujian Kuat Lentur.....	49
Tabel 17.	Perbandingan Hasil Pengujian Kuat Tekan Sejajar Serat Dengan Kuat Acuan Berdasarkan Kode Mutu Pada SNI 7973:2013	50
Tabel 18.	Perbandingan Hasil Pengujian Kuat Tekan Tegak Lurus Serat Dengan Kuat Acuan Berdasarkan Kode Mutu Pada SNI 7973:2013	52
9.	Perbandingan Hasil Pengujian Kuat Tarik Sejajar Serat Dengan Kuat Acuan Berdasarkan Kode Mutu Pada SNI 7973:2013.....	53



Nomor	Halaman
Tabel 20. Perbandingan Hasil Pengujian Kuat Tarik Tegak Lurus Serat Dengan Kuat Acuan Berdasarkan Kode Mutu Pada SNI 7973:2013	54
Tabel 21. Perbandingan Hasil Pengujian Kuat Lentur Dengan Kuat Acuan Berdasarkan Kode Mutu Pada SNI 7973:2013	55
Tabel 22. Peraturan-Peraturan yang Digunakan	60
Tabel 23. Koefisien Kegempaan	63
Tabel 24. Parameter Kegempaan	67
Tabel 25. Periode Fundamental Struktur	68
Tabel 26. Koefisien Desain Seismik (C_s)	68
Tabel 27. Berat Total Struktur dan Gaya Geser Dasar Seismik	68
Tabel 28. Simpangan Lateral Lantai Arah X	69
Tabel 29. Simpangan Lateral Lantai Arah Y	69
Tabel 30. Target Perpindahan pada Wilayah Bone	70
Tabel 31. Hasil <i>load case</i> analisis <i>pushover</i> pada kondisi Titik Kinerja (<i>Performance Point</i>).....	71
Tabel 32. Level Kinerja Struktur	72
Tabel 33. Ukuran Elemen Struktur Rumah Panggung.....	79
Tabel 34. Nilai Kekakuan komponen struktur (K_1)	89
Tabel 35. Nilai Kekakuan komponen struktur (K_2)	90
Tabel 36. Nilai Kekakuan komponen struktur (K_3)	91
Tabel 37. Nilai Kekakuan komponen struktur (K_4)	92
Tabel 38. Nilai perbandingan kekakuan komponen struktur kolom	93
Tabel 39. Nilai Gaya leleh dan Perpindahan Leleh	95
0. Daktilitas Komponen Struktur	96
1. Klasifikasi daktilitas benda uji menurut ASCE 41-17	98



DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
Gambar 1.	Kondisi kerusakan yang berbeda pada bangunan kayu tradisional dan beton bertulang pasca gempa Duzce tahun 1999.....	3
Gambar 2.	Perspektif Struktur Rumah Panggung Bugis-Makassar	5
Gambar 3.	Batang kayu Bitti, daun dan bunga kayu Bitti	6
Gambar 4.	Kerangka konseptual penelitian	10
Gambar 5.	Denah struktur, tampak depan, tampak samping, dan denah balok.....	20
Gambar 6.	Pemodelan struktur rumah panggung dengan Archicad - View tampak depan	23
Gambar 7.	Pemodelan struktur rumah panggung dengan Archicad - view tampak samping	23
Gambar 8.	Detail struktur rumah panggung dengan Archicad - struktur bagian bawah.....	24
Gambar 9.	Detail struktur rumah panggung dengan Archicad - struktur bagian badan rumah dan atap.....	24
Gambar 10.	Potongan melintang struktur rumah panggung dengan Archicad - struktur bagian badan rumah dan atap	24
Gambar 11.	Potongan membujur struktur rumah panggung dengan Archicad - struktur bagian badan rumah dan atap	24
Gambar 12.	Render HDRI sky struktur rumah panggung - view tampak depan	26
Gambar 13.	Render HDRI sky struktur rumah panggung - view tampak samping	26
Gambar 14.	Render Real Time struktur rumah panggung - view tampak depan	26
r 15.	Render Real Time struktur rumah panggung – view tampak samping	26
r 16.	Model analitis struktural Rumah Panggung Bugis-Makassar ...	27



Nomor	Halaman
Gambar 17. Detail Model analitis struktural untuk rangka <i>semi-rigid</i> untuk portal 1 lantai	27
Gambar 18. Model mekanis rangka <i>semi-rigid</i>	28
Gambar 19. Diagram <i>freebody</i> kolom	28
Gambar 20. Bagan alir penelitian	35
Gambar 21. Klasifikasi kegagalan lentur balok (ASTM, 2008)	40
Gambar 22. Pengukuran berat kering – oven benda uj	41
Gambar 23. Pengujian dan model retak kuat tekan sejajar serat	44
Gambar 24. Diagram hasil uji kuat tekan sejajar serat	45
Gambar 25. Benda uji, pengujian, dan model retak kuat tekan tegak lurus serat	45
Gambar 26. Diagram hasil uji kuat tekan tegak lurus serat	46
Gambar 27. Benda uji, pengujian, dan model retak kuat tarik sejajar serat ...	46
Gambar 28. Diagram hasil uji kuat tarik sejajar serat.....	47
Gambar 29. Benda uji dan model retak kuat tarik tegak lurus serat	48
Gambar 30. Diagram hasil uji kuat tarik tegak lurus serat.....	48
Gambar 31. Pengujian dan model keretakan kuat lentur	49
Gambar 32. Diagram Perbandingan Hasil Pengujian Kuat Tekan Sejajar Serat Dengan Kuat Acuan Berdasarkan Kode Mutu Pada SNI 7973:2013.....	51
Gambar 33. Diagram Perbandingan Hasil Pengujian Kuat Tekan Tegak Lurus Serat Dengan Kuat Acuan Berdasarkan Kode Mutu Pada SNI 7973:2013	52
r 34. Diagram Perbandingan Hasil Pengujian Kuat Tarik Sejajar Serat Dengan Kuat Acuan Berdasarkan Kode Mutu Pada SNI 7973:2013.....	53



Nomor	Halaman
Gambar 35. Diagram Perbandingan Hasil Pengujian Kuat Tarik Tegak Lurus Serat Dengan Kuat Acuan Berdasarkan Kode Mutu Pada SNI 7973:2013	54
Gambar 36. Diagram Perbandingan Hasil Pengujian Kuat Lentur Dengan Kuat Acuan Berdasarkan Kode Mutu Pada SNI 7973:2013 ...	55
Gambar 37. Pemodelan struktur dalam ETABS, denah struktur dan potongan struktur	61
Gambar 38. Kurva hubungan Gaya dan Perpindahan serta karakteristik sendi plastis (ETABS <i>user manual</i>)	66
Gambar 39. Desain Respons Spektrum.....	68
Gambar 40. Kurva Kapasitas Arah X	70
Gambar 41. Kurva Kapasitas Arah Y	70
Gambar 42. Perbandingan Kurva Kapasitas Arah X dan Arah Y	71
Gambar 43. a.Rumah adat Mamuju (Gempa Mamuju) b. Rumah Tembok dan Rumah Panggung Kayu warga Kep.Selayar (Gempa NTT).....	76
Gambar 44. Desain spesimen, a. Tampak depan dan b. Tampak Samping	79
Gambar 45. Model Uji spesimen <i>fullscale</i> , a.Tampak Samping, b.Tampak Samping, dan c.Tampak Atas	81
Gambar 46. Jenis pembebanan dan layanan beban, uji beban menurut International Standards Organization (ISO 16670-2003)	81
Gambar 47. Penempatan instrumen pengujian (<i>strain gauge</i>) dan LVDT	82
Gambar 48. Deformasi struktur rumah panggung kayu.....	83
Gambar 49. Translasi kolom selama pengujian	83
Gambar 50. Keretakan komponen struktur	84
r 51. Kurva hysteresis loop dan skeleton.....	85
r 52. Kurva hysteresis loop siklus 11	85



Nomor	Halaman
Gambar 53. Kurva hysteresis loop siklus 12	86
Gambar 54. Kurva hysteresis loop siklus 13	87
Gambar 55. <i>History</i> perpindahan vertikal.....	88
Gambar 56. Hubungan perpindahan vertikal dengan amplitudo siklik	88
Gambar 57. Hubungan kekakuan dan amplitude – K1	89
Gambar 58. Hubungan kekakuan dan amplitude – K2.....	90
Gambar 59. Hubungan kekakuan dan amplitude – K3	91
Gambar 60. Hubungan kekakuan dan amplitude – K4	92
Gambar 61. Hubungan kekakuan dan amplitude, struktur kolom (+)	93
Gambar 62. Hubungan kekakuan dan amplitude, struktur kolom (-)	94
Gambar 63. Hubungan gaya dan perpindahan ultimate.....	95
Gambar 64. Daktilitas komponen struktur kolom (+).....	97
Gambar 65. Daktilitas komponen struktur kolom (-).....	97
Gambar 66. Ilustrasi E_I , b. E_R dan E_H	99
Gambar 67. Energi Input (E_I)	99
Gambar 68. Energi histeresis struktur rumah panggung (Siklus 11).....	100
Gambar 69. Energi histeresis struktur rumah panggung (Siklus 12).....	100
Gambar 70. Energi histeresis struktur rumah panggung (Siklus 13).....	101
Gambar 71. Rasio Energi histeresis (E_H) terhadap Energi Input (E_I).....	101
Gambar 72. Rasio GPE dan ESE (E_R) terhadap Energi Input (E_I)	102
Gambar 73. Kurva hubungan resistensi, daktilitas dan kekakuan Struktur rumah panggung Bugis-Makassar	107
Gambar 74. Kurva hubungan daktilitas dan rasio kekakuan Struktur rumah panggung Bugis-Makassar	108



DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL

Lambang/singkatan	Arti dan keterangan
b	Lebar benda uji (mm)
C_d	Faktor pembesaran defleksi
C_s	Koefisien desain seismik
$C_{s \text{ min}}$	Koefisien desain seismik minimum
$C_{s \text{ maks}}$	Koefisien desain seismik maksimum
E	Modulus elastisitas (Mpa)
E_w	Modulus elastisitas lentur (Mpa)
E_{min}	Modulus elastisitas minimum (Mpa)
E_I	Energi Input (kNmm)
E_R	Energi Redaman (kNmm)
E_K	Energi Kinetik (kNmm)
E_H	Energi Histeretik (kNmm)
ESE	Energi Tegangan Elastik
G_m	Berat jenis kayu
G_b	Berat jenis dasar
G_{15}	Berat jenis pada kadar air 15%
$f_{c//}$	Kuat tekan sejajar serat (Mpa)
$f_{c\perp}$	Kuat tekan tegak lurus serat (Mpa)
$f_{t//}$	Kuat tarik sejajar serat (Mpa)
$f_{t\perp}$	Kuat tarik tegak lurus serat (Mpa)
f_s	Kuat geser (Mpa)
f_b	Kuat lentur (Mpa)
GPE	Energi potensial gravitasi
h	Tinggi benda uji (mm)
H	Tinggi antar lantai (mm)
	Kadar air (%)
	Force reduction factor



SD	Tanah sedang
T_e	Waktu getar efektif
V	Gaya geser dasar
V_q	Volume kayu
W	Berat sendiri struktur
W_i	Berat awal
W_2	Berat setelah di oven dengan suhu 103°C
Δ	Perpindahan lateral (mm)
Δ_y	Perpindahan leleh (mm)
Δ_i	Simpangan izin (mm)
Δ_1	Simpangan lantai dasar (mm)
μ	Daktilitas
ξ	Ratio kekakuan
ϵ	Ratio resistensi



BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki tingkat resiko terhadap gempa bumi yang cukup tinggi. Wilayah kepulauan Indonesia berada di antara empat sistem tektonik yang aktif, yaitu tapal batas lempeng Eurasia, lempeng Indo-Australia, lempeng Filipina, dan lempeng Pasifik. Dalam dua dasawarsa terakhir hingga memasuki abad 21 ini, tanpa disadari jumlah manusia, harta benda / aset nasional yang menjadi korban bencana alam kebumihantaran ternyata meningkat, meskipun dari disiplin ilmu geofisika maupun klimatologi, lingkungan geologi dimasa kini (Kuartar, kurang dari 1.8 juta tahun yang lalu hingga sekarang ini) tidak menunjukkan suatu perubahan yang mendasar. Berbagai bencana telah melanda di sebagian wilayah di Indonesia.

Contoh-contoh di dalam negeri beberapa bencana kebumihantaran diantaranya : tsunami di Flores, tsunami di Banyuwangi, Gempa bumi di Liwa, gempa bumi dan tsunami di Pangandaran dan Cilacap Juli 2006, gempa bumi di Nabire, tsunami di Biak, gempa bumi di Alor, gempa bumi dan tsunami di Aceh dan Sumut; gempa bumi Bantul dan Klaten Mei 2006, gempa bumi di Mandailing Natal, Sumatera Utara, dan tsunami Mentawai serta awan panas Merapi 2006 dan Oktober-November 2010 (BRG,2011). Hal ini merupakan peningkatan yang nyata dari peristiwa bencana kebumihantaran baik ditinjau dari segi kejadiannya maupun jumlah korban manusia yang ditimbulkannya (BRG,2011). Dan informasi terkini diawal tahun 2021, Sulawesi Barat di guncang gempa bumi berkekuatan 6,2 M. Sejumlah gedung-gedung besar termasuk kantor Gubernur Sulawesi Barat dan Gedung perkantoran juga ambruk akibat gempa.

Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB,2020) mencatat ada lima kabupaten yang ada di Sulawesi Selatan rawan gempa bumi. *Deputy Director For Mapping and Risk Analysis* BNPB, Abdul Muhari, mengatakan bahwa dari penelitian yang dilakukan oleh tim dari ITB, menemukan adanya sesar aktif Walanea. Sesar ini menjadikan Sulawesi Selatan sebagai salah satu wilayah yang berpotensi terjadi gempa. Patahan Sesar Walanae memanjang dari Makassar hingga Teluk Bone. Sesar ini membentang sepanjang Sungai



Walanae dan melewati Kabupaten Pinrang, Sidrap, Bone, sampai Teluk Bone. Sehingga Sesar Walanae jika digambarkan akan membelah wilayah Sulawesi Selatan. Identifikasi yang dilakukan oleh BNPB ada lima kabupaten yang dilalui oleh sesar Walanae ini, yakni Kabupaten Sidrap, Pinrang, Bone, Gowa, dan Bulukumba. Dengan potensi gempa yang bisa dihasilkan yakni 6,6 skala richter.

Berdasarkan filosofi desain yang sudah modern saat ini, banyak data eksperimen, prosedur numerik, dan ketentuan kode sebenarnya tersedia untuk merancang bangunan tahan gempa yang terbuat dari baja atau beton bertulang (CEN, 2004 ; FEMA, 2009, ASCE, 2003). Sebaliknya, kurangnya hasil penelitian yang memadai dan persyaratan kode yang terperinci masih mempengaruhi desain struktur kayu di daerah dengan tingkat gempa tinggi, meskipun minat terhadap bahan alami dan terbarukan semakin meningkat. Ringan karena biasanya struktur kayu lebih tahan terhadap gempa dibandingkan jenis struktur lainnya. Karena sebanding dengan massa bangunan, pada kenyataannya, beban horizontal yang bekerja pada struktur ringan selama gempa tertentu lebih rendah dibandingkan dengan beban horizontal yang bekerja pada struktur yang lebih berat, sehingga pengurangan massa aktif bangunan bahkan dapat menjadi strategi pengendalian tegangan seismik (Porcu M.C, 2013, 2015).

Di luar prediksi, temuan bahwa banyak konstruksi kayu kuno yang hampir utuh setelah gempa bumi dahsyat, sementara bangunan beton bertulang modern runtuh, seperti yang ditunjukkan secara ilustrasi pada Gambar 1, memberikan motivasi baru untuk membangun konstruksi kayu bahkan di daerah yang terkena gempa. Faktanya, beberapa penulis mendokumentasikan kinerja bangunan kayu yang secara umum baik selama kejadian alam seperti gempa bumi, angin topan, tornado, dan badai salju (Doğangün A. et al, 2006). Sebenarnya, sebagian besar konstruksi kayu yang ada saat ini dibangun berdasarkan pedoman konvensional berdasarkan pengetahuan empiris masa lalu, sementara hanya konstruksi kayu terkini (sebagian kecil) yang merupakan struktur rekayasa yang memenuhi standar anti-gempa modern. Terutama berdasarkan inspeksi yang dilakukan setelah alam, aturan praktik terbaik telah disarankan walaupun tidak selalu di masa lalu (Smith WR., 1961).





Gambar 1 Kondisi kerusakan yang berbeda pada bangunan kayu tradisional dan beton bertulang pasca gempa Duzce tahun 1999
Sumber : Doğangün A, 2016

Kondisi yang rentan akan gempa bumi menyebabkan banyak kerusakan terutama pada tempat tinggal. Oleh karena itu tempat tinggal harus dirancang agar tahan terhadap guncangan gempa. Kayu merupakan bahan alternatif, karena selain ringan juga mudah dikerjakan dan tersedia dalam jumlah cukup besar. Penggunaan kayu sebagai bahan konstruksi sudah diterapkan jauh sebelum berkembangnya ilmu pengetahuan tentang teknologi konstruksi baja dan beton. Namun hingga saat ini kayu tetap diminati dalam pekerjaan konstruksi, mengingat kayu memiliki beberapa kelebihan antara lain mempunyai kekuatan spesifik yang tinggi, ringan, mudah didapat, dan di daerah tertentu harganya relatif murah serta dalam pelaksanaannya mudah dilakukan (Widyawati, 2010).

Peristiwa gempa bumi yang terjadi pada tahun 2007 dan 2009 di Panjallin Jawa Barat menunjukkan bahwa rumah vernakular yang memiliki desain setengah panggung dan terbuat dari kayu memiliki performa yang lebih baik daripada bangunan modern yang terbuat dari batu. Berdasarkan temuan ini, dilakukan penelitian ilmiah menggunakan SAP 2000 yang akhirnya membuktikan keunggulan bangunan rumah Panjailin dalam merespon beban *seismic* (gempa),(Triyadi, 2012). Rumah vernakular di Turki telah terbukti memiliki 1 dalam merespon beban gempa dibandingkan dengan bangunan modern. dikemukakan oleh Dogangun, 2005 dan Misam, 2010. Penelitian yang 1 oleh Misam (2010) telah mengungkapkan kehandalan berbagai jenis



rumah vernakular di Turki terhadap bencana gempa. Jenis struktur rumah yang dijelaskan adalah struktur *himis* (jenis sistem struktur rumah vernakular yang menggunakan balok kayu sebagai kerangka utama yang diisi dengan pasangan batu); *bagdadi* (jenis sistem struktur rumah vernakular yang menggunakan susunan kayu bilahan berbentuk strip yang kedua ujungnya dipaku di kolom). Jenis struktur seperti ini lebih tahan terhadap gempa dibandingkan dengan bangunan beton yang banyak ditemui di daerah tersebut.

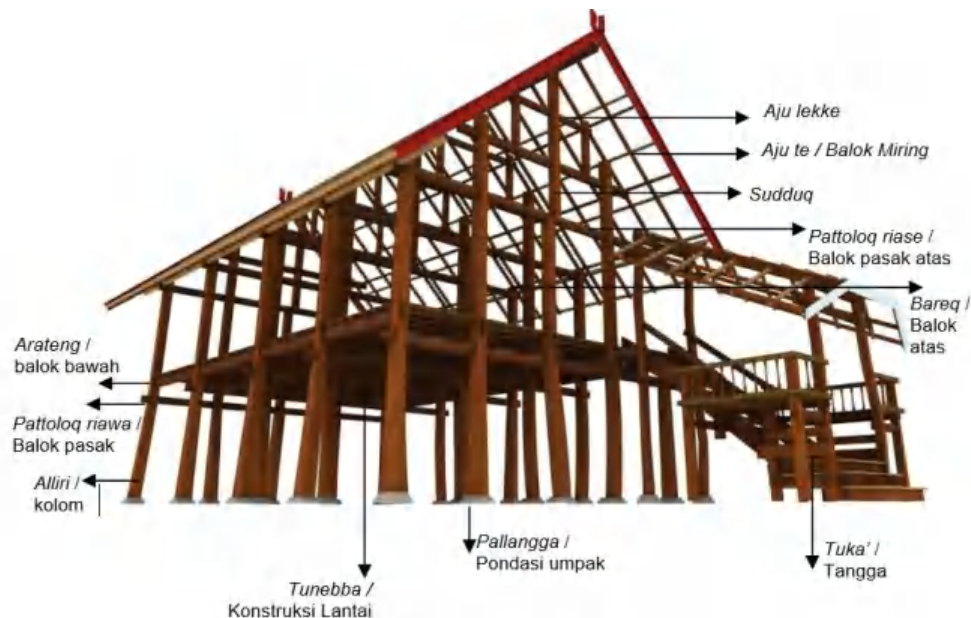
Baharta N. dkk, (2019) mengemukakan evaluasi desain struktur rumah kayu tradisional produksi Desa Woloan, yang dilakukan secara teknis baik material maupun sistem strukturnya menunjukkan bahwa struktur rumah kayu tersebut mampu memikul beban gempa yang direncanakan. Hartawan dkk, (2015) mengemukakan 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. Analisis ini menjelaskan bahwa sistem struktur bangunan rumah Bugis berubah menuju ke suatu sistem yang lebih kaku.

Teknik Tradisional pada struktur rumah panggung di kabupaten Bima untuk ketahanan terhadap Gempa yang diteliti oleh Hariyanto A.D. dkk, (2020), menyatakan bahwa teknik struktur lokal, yaitu *pa'a* yang dikembangkan secara empiris oleh masyarakat selama bertahun-tahun dapat mengurangi kerentanan rumah terhadap gempa. Teknik ini ternyata memiliki persamaan dengan rangka struktur panggung suku Bugis-Makassar, yang digolongkan termasuk dalam sistem rangka dengan *rigid joint*, tetapi masih memiliki fleksibilitas sehingga disebut sebagai sistem rangka *semirigid joint*. Fleksibilitas terjadi karena pasak (*wole*) akan mengendor saat terjadi gerak pada struktur akibat gempa. Kolom dibuat lubang persegi untuk memasukkan balok sebagai purus, kemudian diberi pasak untuk memperkuat sambungan (*fitting-type joint*). Jenis sambungan ini, yang disebut dengan sambungan purus. Tankrut, A.N. dan Tamkrut, N. (2005), yang meneliti



sambungan kayu purus (*tenon*) dan lubangnya (*mortise*) dengan bentuk lebih mampu menahan beban gaya luar dibandingkan dengan bentuk purus lainnya lengkung.

Karakteristik bentuk dan struktur rumah Bugis dan Makassar pada dasarnya memiliki kesamaan. Karena faktor bahasa dan dialek, maka hanya penggunaan istilah saja yang membedakan. Ciri khas rumah Bugis-Makassar adalah berbentuk panggung, atap berbentuk pelana dan memiliki timpalaja dengan jumlah susunan tertentu sebagai simbol status sosial pemilik rumah. Rumah Bugis-Makassar, dari segi struktur terdiri dari tiga bagian yang diibaratkan sebagai tubuh manusia; bagian bawah berupa tiang rumah adalah kaki manusia, bagian tengah atau badan rumah adalah badan manusia dan bagian atas atau atap adalah kepala manusia. Struktur utama rumah panggung Bugis-Makassar terdiri dari beberapa bagian yang dibuat secara lepas-pasang (*knock down*), terlihat pada gambar 2.



Gambar 2 Perspektif Struktur Rumah Panggung Bugis-Makassar
Sumber : Y. Gunawan, K.A. Arif, 2014

Sistem konstruksi, termasuk kolom, balok, struktur atap dan rangka penopang lantai dan plafond, tidak menggunakan paku, melainkan menggunakan pasak. Selain itu, hubungan kayu per elemen strukturnya menggunakan 3 (tiga) cara: 1). Dilubangi, atau *mortise and tenon wood joints*, 2). Dipegang, atau *bridle wood* n 3). Dicoak, atau *halve wood joints*. *Mortise and tenon wood joints* adalah ungkan kayu yang paling kuat yang digunakan pada rumah Bugis-Makassar tan struktur rangka utama, seperti kolom dan balok. Perbedaan antara joint adalah tenon yang digunakan pada pada rumah Bugis-Makassar tidak



dicoak, tetapi utuh. *Joint bridle*, yang juga disebut sebagai *mortise* terbuka, digunakan untuk menghubungkan balok arah lebar dan panjang, serta struktur atap ringan. Struktur atap tidak menggunakan balok ikatan angin (*bracing*), tetapi menggunakan struktur rangka plafond (*paleteang*) sebagai pengaku antar rangkanya.

Pada penelitian ini, objek material struktur rumah panggung yang akan di teliti berasal dari wilayah timur Kabupaten Bulukumba. Semua komponen strukturnya seperti tiang, balok pengikat, konstruksi atap dan rangka tumpuan lantai dan plafond, menggunakan material kayu lokal yaitu kayu Bitti, seperti pada gambar 3. Kayu Bitti adalah tumbuhan yang tumbuh secara alami di Sulawesi, Maluku, Papua Nugini, Kepulauan Bismarck, dan Pulau Solomon. Kayu Bitti juga tahan terhadap kebakaran dan dapat bertunas kembali setelah terbakar. Oleh karena itu, pohon ini mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai salah satu jenis unggulan Prasetyawati, 2013). Menurut Burley *et al* (2011), Kayu Bitti termasuk dalam kategori pohon suksesi awal, bersama dengan Angsana (*Pterocarpusindicus*) dan Kenari (*Canarium indicum*).



Gambar 3 Batang kayu Bitti, daun dan bunga kayu Bitti
Sumber : A. Widiyanto, M. Siaruddin, 2016

Hartawan (2015), Atika (2018), menyatakan bahwa ciri-ciri yang dimiliki oleh sistem struktur bangunan tradisional Bugis antara lain tidak menggunakan tiang tembus yang tinggi melewati garis batas bawah atap, tidak menggunakan balok melintang di struktur bagian atap, struktur atap tidak menyatu kaku dengan badan bangunan, menggunakan 4 baris tiang arah lebar bangunan utama. Datu Bugis terdiri dari 3 tingkat lantai secara vertikal, yang terdiri dari: *Ale bola*, *Ale bola*, dan *Awa bola*.



Melihat keunikan dan kearifan lokal struktur rumah panggung dalam merespon gempa ini maka perlu dilakukan penelitian pengembangan sebagai bagian dari upaya untuk meningkatkan kapasitas wilayah yang akan mendukung upaya mitigasi bencana, khususnya gempa bumi. Objek kajian pembahasan penelitian rumah panggung Bugis-Makassar yang dilakukan dengan metode simulasi dan eksperimental di laboratorium, yang hasil pengujiannya dapat dimanfaatkan untuk pengembangan struktur rumah panggung sehingga ketahanannya terhadap gempa semakin baik.

I.2 Rumusan Masalah

Rencana penelitian ini merupakan rencana penelitian simulasi numerik dan eksperimental skala penuh dalam bentuk sistem rangka 3 dimensi rumah panggung suku Bugis-Makassar. Pembebanan yang akan dilakukan pada spesimen adalah pembebanan lateral siklik sehingga rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

- a. Bagaimana pemodelan 3D struktur dan konstruksi rumah panggung Bugis-Makassar dengan aplikasi BIM (*Building Information Modeling*),
- b. Bagaimana sifat fisis dan mekanis komponen kayu yang digunakan pada struktur rumah panggung Bugis-Makassar,
- c. Bagaimana respon dan kinerja struktur rumah panggung Bugis-Makassar dengan menggunakan *pushover analysis*,
- d. Bagaimana perilaku mekanik struktur rumah panggung Bugis-Makassar dengan uji skala penuh

I.3 Tujuan Penelitian

Terkait dengan masalah yang telah dirumuskan, maka akan dilakukan uji simulasi dan eksperimental dalam laboratorium untuk mencapai tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini yaitu :

- a. Menganalisis model analitis struktural rangka *semirigid* pada rumah panggung Bugis-Makassar dengan aplikasi BIM (*Building Information Modeling*)



analisis sifat fisis dan mekanis komponen kayu yang digunakan pada rumah panggung Bugis-Makassar

- c. Menganalisis respons dan kinerja struktur rumah panggung Bugis-Makassar di wilayah yang mewakili tingkat resiko gempa tinggi.
- d. Menemukan korelasi antara rasio resistensi, daktilitas, dan rasio kekakuan elemen struktur rumah panggung Bugis-Makassar yang dapat digunakan untuk pengembangan rumah panggung kayu berbasis eksperimental.

I.4 Batasan masalah

Dalam penelitian uji eksperimental struktur rumah panggung akan dibatasi pada hal-hal sebagai berikut :

- a. Prototype Rumah Panggung Bugis-Makassar, diambil dari satu segmen modul struktur, (Modul struktur 1,5 m x 2,30 m)
- b. Bentuk rangka struktur 3 dimensi skala penuh (skala 1 : 1)
- c. Kolom yang digunakan adalah Kolom kayu Bitti ukuran 15/15
- d. Balok yang digunakan Balok kayu Bitti ukuran 6/12
- e. Sambungan Balok dan Kolom kayu, purus (*tenon*) dan lubangnya (*mortise*), yang diperkuat dengan pasak.
- f. Pembebanan dengan beban siklik
- g. Mutu kayu sesuai hasil penelitian sebelumnya.
- h. Tidak membahas tentang faktor-faktor yang mempengaruhi karakteristik kayu seperti pengaruh suhu, kelembaban, kelelahan, radiasi ultraviolet, serta pengaruh asam, basa dan garam.

I.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut :

- a. Memberikan pengetahuan bagaimana konstruksi kayu rumah panggung memiliki daya lentur yang baik dan fleksibel dalam merespon beban gempa (seismik).
- b. Memberikan pengetahuan lebih detail terhadap perilaku kinerja struktur rumah panggung kayu dibebani secara lateral siklik.



erikan langkah-langkah desain dan evaluasi parameter yang dapat dipakai mendesain struktur rumah panggung kayu.

- d. Penggunaan material kayu mendukung konstruksi bangunan ramah lingkungan dan hemat energi.

I.6 Ruang Lingkup Penelitian

Seminar hasil disertasi ini disusun dalam 7 bab yang terdiri dari :

- BAB I** : Bab ini menjelaskan perlunya diadakan penelitian ini, bagaimana merumuskan permasalahan, bagaimana mencapai tujuan akhir dari penelitian ini, hal-hal yang membatasinya, apa manfaat, dan ruang lingkup dari penelitian ini.
- BAB II** : Bab ini menjelaskan bagan hasil rangkuman teori-teori yang mendasari penelitian dalam rangka memecahkan masalah penelitian yang disertai dengan narasi dan hipotesis yang merupakan jawaban sementara secara teoritis terhadap permasalahan yang dihadapi, yang dapat di uji kebenarannya berdasarkan fakta empiris.
- BAB III** : Bab ini menjelaskan topik penelitian I yang akan menjadi artikel I, mengandung elemen-elemen Abstrak, Pendahuluan, Metodologi, Hasil, Pembahasan, Kesimpulan dan Daftar Pustaka.
- BAB IV** : Bab ini menjelaskan topik penelitian II yang akan menjadi artikel II, mengandung elemen-elemen Abstrak, Pendahuluan, Metodologi, Hasil, Pembahasan, Kesimpulan dan Daftar Pustaka.
- BAB V** : Bab ini menjelaskan topik penelitian III yang akan menjadi artikel III, mengandung elemen-elemen Abstrak, Pendahuluan, Metodologi, Hasil, Pembahasan, Kesimpulan dan Daftar Pustaka.
- BAB VI** : Bab ini menjelaskan topik penelitian IV yang akan menjadi artikel IV, mengandung elemen-elemen Abstrak, Pendahuluan, Metodologi, Hasil, Pembahasan, Kesimpulan dan Daftar Pustaka.
- BAB VII** : Bab ini berisi uraian dan analisis kritis, menarik benang merah dari semua hasil penelitian pada Bab III, IV,V, dan VI, serta berupa kesimpulan yang ditarik dari hasil analisis data dan pembahasan untuk menjawab tujuan penelitian serta saran yang dikemukakan sehubungan dengan penelitian ini.

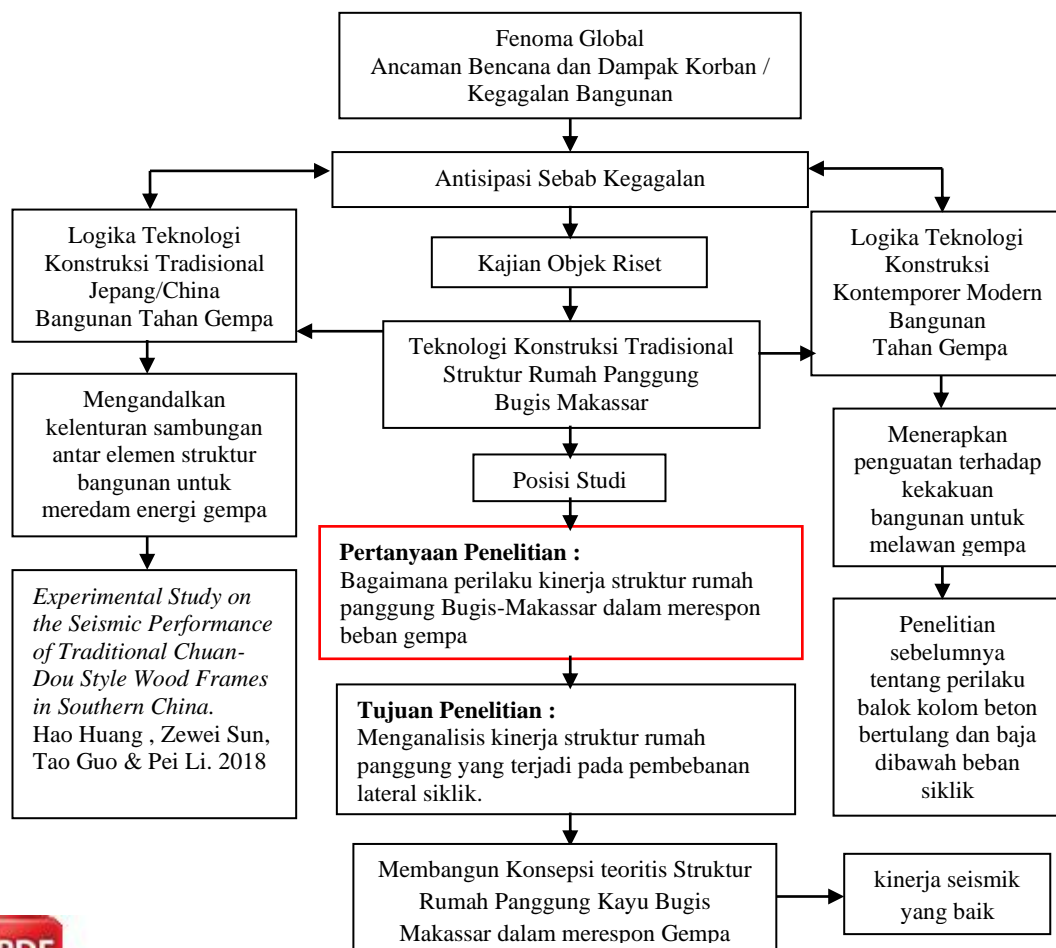


BAB II

KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN

II.1 Kerangka Konseptual

Untuk memverifikasi keberadaan dan posisi penelitian ini, serta untuk mencapai fokus dan keaslian penelitian dalam rangka mengisi celah ilmu pengetahuan, dipandang perlu untuk mereview beberapa penelitian terdahulu yang relevan, untuk disandingkan terutama yang berkaitan dengan topik utama penelitian. Berikut ini, tabel (1) tentang matriks penelitian beberapa penelitian yang terdahulu yang dianggap seialur dan relevan dengan tema penelitian ini. Adapun kerangka konseptual yang dikembangkan untuk mencapai tujuan penelitian ini disajikan pada Gambar (4).



Gambar 4 Kerangka konseptual penelitian



Tabel 1 Matriks Penelitian Terdahulu

No.	Jenis Penelitian / Tahun	Peneliti / Negara	Kata Kunci	Metode Penelitian	Pokok Persoalan	Hasil Penelitian	Sumber
1.	Perubahan Sistem Struktur Bangunan dalam Arsitektur Rumah Bugis Sulawesi Selatan / 2015	Hartawan Madeali/ Indonesia	Sistem struktur; rumah Bugis, balok bundar; balok persegi; <i>maradeka, mappasi-tuppu</i>	Esploratif, tipologi dan pemodelan / Simulasi	Mengidentifikasi karakteristik perubahan sistem struktural dan arsitektural Rumah Bugis Sulawesi Selatan	Karakteristik perubahan sistem struktur ditemukan secara struktural dan arsitektural. Secara arsitektural sistem struktur berubah dalam tatanan bentuk dan ruang yang tetap. Secara struktural ditemukan peningkatan kekakuan perpindahan titik horizontal lintas generasi namun berkurang dalam hal dimensi dan volume. Prestasi ini dicapai dengan peningkatan kekakuan sistem sambungan.	Disertasi/ 2015
2.	<i>Experimental investigation on the lateral structural performance of a traditional Chinese pre-Ming dynasty timber ed on half-static tests</i> l pada ural lateral tradisional	Xianjie Meng, Qingshan Yang, Jianwei Wei, Tieying Li/ China	<i>Ancient timber building, Lateral structural performance, Energy dissipation, Lateral stiffness Restoring force mode</i>	Eksperimental	Menganalisis kinerja struktural konstruksi bangunan tradisional pradinasti Ming skala 1 : 2 dibawah beban lateral siklik.	Struktur Kayu menunjukkan karakteristik goyang yang terlihat selama pengujian, kaki kolom dan sambungan mortise-tenon adalah mata rantai yang lemah dalam struktur. Fitur kurva hysteresis, kurva envelope, penurunan kekuatan, disipasi energy, dan kekakuan lateral struktur kayu diperoleh, dan variasinya terkait dengan	Engineering Structures 167, Journal of Elsiwier



No.	Jenis Penelitian / Tahun	Peneliti / Negara	Kata Kunci	Metode Penelitian	Pokok Persoalan	Hasil Penelitian	Sumber
	Tiongkok pra-dinasti Ming berdasarkan uji pseudo-statis skala setengah) / 2018					program pembebanan lateral siklik.	
3.	<i>Experimental Study on the Seismic Performance of Traditional Chuan-Dou Style Wood Frames in Southern China</i> (Studi Eksperimental Kinerja Seismik Rangka Kayu Model <i>Chuan-Dou</i> Tradisional di Cina Selatan) / 2018	Xianjie Meng, Tieying Li, Qingshan Yang / China		Eksperimental	1. Mempelajari kinerja seismik dan metode perkuatan untuk mengurangi bahaya gempa pada Rangka Kayu Model <i>Chuan-Dou</i> Tradisional di Cina Selatan 2. Menyajikan hasil percobaan pengujian kuasi-statis pada dua Model <i>Chuan-Dou</i> skala penuh, satu lantai, dua ruang rangka kayu dan dua kelompok sambungan <i>mortise-tenon</i>	Rangka kayu model Chuan-Dou menunjukkan kinerja seismik yang baik dalam hal disipasi energi, degradasi kekuatan dan deformasi kapasitas, tetapi kekakuan lateralnya tidak mencukupi. Kinerja seismik sendi memainkan peran penting pada kinerja rangka, yang akan menjadi kunci untuk meningkatkan kinerja seismik konstruksi kayu Model <i>Chuan-Dou</i> .	<i>Engineering Structures</i> 167, <i>Journal of Elsvier</i>
4.	Perbandingan Sambungan Konstruksi Yang Menggunakan Pasak Dengan Non Pasak Pada Rumah Tradisional Bugis	Saripuddin /Indonesia	Sambungan Konstruksi, Pasak, Non Pasak, Rumah Bugis	Eksploratif, Tipologi, dan Pemodelan / Simulasi	Bagaimana membuktikan kekuatan sambungan konstruksi rumah tradisional Bugis yang pakai pasak dan tidak pakai pasak	Struktur rumah tradisional bugis yang menggunakan pasak cenderung menimbulkan banyak keuntungan apabila ada beban / dorongan angin karena sambungan lebih bersifat <i>elastic</i> sehingga goyangan yang ditimbulkan cenderung mengikuti arah goyangan angin dan tidak	Tesis, Magister Teknik Arsitektur Unhas / 2018



No.	Jenis Penelitian / Tahun	Peneliti / Negara	Kata Kunci	Metode Penelitian	Pokok Persoalan	Hasil Penelitian	Sumber
						menimbulkan retakan terhadap balok (<i>pattolo</i>) dan tiang.	
5.	<i>Experimental study on the seismic mechanism of a full-scale traditional Chinese timber structure</i> (Studi eksperimental tentang mekanisme seismik tradisional Struktur kayu Cina skala penuh) / 2019	Xianjie Meng, Tieying Li, Qingshan Yang / China	<i>Traditional timber structure, Seismic mechanism, Hysteretic energy, Gravitational potential energy, Elastic strain energy</i>	Eks-Perimental skala penuh	1. Menyelidiki kinerja seismik dengan pertimbangan pengangkatan vertical struktur selama pembebanan lateral. 2. Menganalisis pola deformasi, karakteristik histeris, dan gerakan vertical fitur struktur kayu	Energi konversi ke mekanisme GPE memungkinkan jenis struktur kayu tradisional Cina untuk menahan gempa besar	<i>Engineering Structures</i> 167, <i>Journal of Elsevier</i>
6.	Teknik Tradisional pada struktur rumah panggung di Kabupaten Bima untuk ketahanan terhadap gempa / 2020	Agus Dwi Hariyanto, Sugeng Triyadi, Andry Widyowijat noko / Indonesia	Sistem Struktur, Sambungan Kayu, Rumah Panggung, Beban Gempa	Kualitatif, deskriptif, Eksplorasi	Mengidentifikasi sistem struktural rumah panggung di Desa Mbawa dan hubungan antar elemen yang mendukung ketahanannya terhadap gempa	Teknik struktur lokal, <i>pa'a</i> dan <i>ceko</i> pada rumah panggung yang dikembangkan secara empiris oleh masyarakat selama bertahun-tahun dapat mengurangi kerentanan rumah mereka terhadap gempa	Jurnal Space – Volume 7, No.1, April 2020
	<i>Behavior of an masonry multi-story substructure: experimental</i>	Ben Sha, Linlin Xie, Xinqun Yong,	<i>Ancient Chinese timber structure</i>	Eks-Perimental skala penuh	Menganalisis perilaku histeris konstruksi struktur kayu multi lapisan Cina Kuno dengan model substruktur	Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekakuan lapisan <i>dou-gong</i> sekitar 6,5-14,3 kali lipat dari	<i>Journal of Building Engineering</i> , 43



No.	Jenis Penelitian / Tahun	Peneliti / Negara	Kata Kunci	Metode Penelitian	Pokok Persoalan	Hasil Penelitian	Sumber
	<i>test and analytical model / 2021</i>	Aiqun Li / China	<i>Fork-column dou-gong connection Mortise-tenon jointed frame Hysteretic behavior Analytical mode</i>		skala penuh yang terdiri dari garpu-kolom <i>dou-gong</i> sambungan dan rangka sambungan <i>mortise-tenon</i> diuji di bawah beban siklik.	lapisan rangka, yang mengarah ke bagian yang lebih besar dari perpindahan pembebanan yang diambil oleh lapisan rangka. Namun, yang hilang energi lapisan bingkai jauh lebih besar daripada lapisan <i>dou gong</i> .	(2021) 103163 <i>Journal of Elsvier</i>



II.2 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian tentang perilaku struktur rumah panggung Bugis-Makassar dalam merespons beban gempa dapat bervariasi tergantung pada fokus dan tujuan penelitian tertentu. Namun, beberapa hipotesis yang dapat diajukan dalam konteks ini termasuk:

- a. Kekuatan Struktur Rumah Panggung : Rumah panggung tradisional Bugis-Makassar memiliki konstruksi yang kuat dan elastis yang mampu menahan beban gempa dengan baik karena didasarkan pada pengetahuan lokal dan kearifan budaya yang telah diwariskan dari generasi ke generasi.
- b. Efek Material Bangunan : Penggunaan material alami seperti kayu lokal setempat dalam konstruksi rumah panggung dapat memberikan keunggulan tertentu dalam menyerap dan meredam getaran gempa, mengurangi risiko kerusakan struktural yang serius.
- c. Peran Sistem Pondasi : Pondasi rumah panggung, meskipun sederhana, mungkin memiliki karakteristik tertentu yang memungkinkannya untuk beradaptasi dengan gerakan tanah selama gempa, sehingga meminimalkan kerusakan struktural.
- d. Pengaruh Bentuk Struktural : Aspek-aspek desain tradisional seperti bentuk bangunan dan tata letak struktural berperan dalam meningkatkan ketahanan rumah panggung terhadap gempa.
- e. Pengaruh Perubahan Lingkungan dan Modernisasi: Dalam konteks perubahan lingkungan dan modernisasi, ada kemungkinan bahwa adaptasi baru dalam konstruksi rumah panggung telah mengurangi ketahanannya terhadap gempa, menggantikan metode tradisional dengan metode yang lebih rentan.

Hipotesis-hipotesis ini dapat menjadi dasar untuk penelitian lebih lanjut tentang perilaku struktur rumah panggung Bugis-Makassar dalam merespon beban gempa. Namun, validitasnya tergantung pada analisis empiris dan pengujian secara langsung terhadap struktur tersebut.

