Journal of Innovative and Creativity
Journal Homepage: https://joecy.org/index.php/joecy
e-mail: journaljoecy@gmail.com

Faculty of Education
University of Pahlawan Tuanku Tambusai
ISSN 2775-771X (Online)
ISSN 2962-570X **(Printed)**
5 (3) 2025, Page: 35168-35183

Adaptasi Teknologi Apung Pada Rumah Panggung Dalam Mengatasi Banjir Di Tepi Sungai

Adaptation Of Floating Technology On Stuff Houses To Overcome Flooding On The Banks

Ricky Daniel P
Program Studi Magister Arsitektur, Universitas Kristen Indonesia

Dosen Pembimbing
Prof Dr. Ing Sri pare Eni Lic.Rer.Reg - Universitas Kristen Indonesia
Dr. Ramos Pasaribu ST MT – Universitas Kristen Indonesia
**Corresponding author: : rickybsd_p3mi@yahoo.co.id*

Published: December , 2025

ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu negara besar yang memiliki iklim tropis basah, dengan curah hujan cukup tinggi setiap tahunnya, Indonesia juga merupakan negara terpadat penduduk ke 4 di dunia menurut worldmeter dengan populasi sebanyak 280 juta jiwa pada tahun 2024, hal tersebut berdampak terhadap kebutuhan primer seperti rumah yang terus meningkat. Pulau kalimantan merupakan salah satu pulau terbesar di Indonesia yang memiliki banyak sungai besar, yang disepanjang sungai berdiri rumah panggung yang telah ada sejak lama, namun dikarenakan muka air laut yang semakin tinggi akibat panas global menyebabkan rumah panggung ikut terendam air, maka penelitian ini di fokuskan kepada Adaptasi Teknologi Apung pada Rumah Panggung dalam mengatasi Banjir yang diharapkan penghuni rumah panggung dapat nyaman dan aman jika terjadi banjir selanjutnya

Keywords: Teknologi Apung, Rumah Apung, Kayu Ulin, Sungai arut-kalimantan Tengah

ABSTRACT

Indonesia is a large country with a humid tropical climate, with relatively high annual rainfall. Indonesia is also the fourth most populous country in the world, according to WorldMeter, with a population of 280 million by 2024. This impacts the increasing demand for basic needs, such as housing. Kalimantan Island is one of the largest islands in Indonesia, with many large rivers, along which stilt houses have long existed. However, due to rising sea levels due to global warming, these stilt houses are also being submerged. This research focuses on the adaptation of floating technology to stilt houses to cope with flooding. It is hoped that stilt house residents will feel comfortable and safe in the event of further flooding.

Keywords: Keywords: Floating Technology, Floating Houses, Ironwood, Arut River, Central Kalimantan

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Atibution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

PENDAHULUAN

Banjir besar, yang terjadi pada tahun 2022 lalu di kotawaringin Barat meningggalkan derita yang mendalam bagi masyarakat sekitar sungai arut, dimana kejadian tersebut banyak memakan korban baik jiwa, harta serta aktifitas perekonomian. [5] Menurut article kompas 9 nov 2022 banjir bertahan selama 1 bulan lamanya. Sebagai informasi Sungai Arut, merupakan salah satu sungai besar yang berada di kalimantan tengah memiliki Panjang sungai 250 km, kedalaman rata-rata 4 meter, dan lebar rata-rata 100 meter, mengalir di Kabupaten Kotawaringin Barat. Dimana mayoritas masyarakat asli/Pribumi yaitu Dayak, tionghoa dan Melayu, Sepanjang sungai arut banyak berdiri Rumah Panggung yang sudah ada sejak lama, Saat Banjir besar tahun 2022 tersebut rumah panggung terendam setinggi 50 cm dari lantai Kayu yang menurut hasil wawancara dengan warga sekitar, banjir tersebut baru pertama kalinya

sebesar dan selama itu. Sehingga diperlukan suatu Teknologi konstruksi yang dapat beradaptasi dengan kenaikan muka air sungai untuk mengatasi banjir selanjutnya, yaitu Teknologi Apung.



(kondisi saat Normal/tidak banjir)



(kondisi saat banjir)

KAJIAN PUSTAKA

a. Rumah Panggung.

Rumah panggung merupakan bentuk adaptasi terhadap kondisi lingkungan dilakukan masyarakat untuk dapat tinggal dan menetap dengan nyaman dan aman, [6] Dalam buku Environment and Culture, Volume 1 (Altman, Rapoport, & Wohlwill., 1980) dijelaskan Adaptasi permukiman adalah kemampuan beradaptasi sebuah permukiman dengan lingkungannya. Untuk diketahui, Material yang digunakan pada rumah panggung tepi arut menggunakan kayu ulin sebagai material utama, dimana kayu ulin merupakan kayu endemik yang hanya terdapat di pulau kalimantan. Kayu ulin termasuk salah satu kayu dengan kekuatan tinggi dengan kategori kelas keawetan kayu Tingkat 1 [1] dan telah teruji oleh banyak peneliti dan melalu seminar yang membahas mengenai kayu ulin, tahan terhadap lembab, tahan terendam air, durabiliti life time dan anti/tahan terhadap rayap.

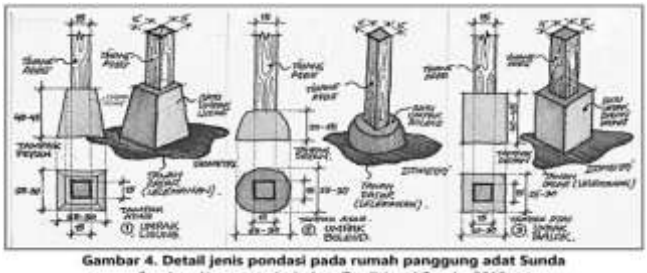
Pengukuran	Tingkat/Kelas Keawetan Kayu				
	I	II	III	IV	V
1	8 tahun	5 tahun	3 tahun	Singkat sekali	Singkat sekali
2	20 tahun	15 tahun	15 tahun	Beberapa tahun	Singkat sekali
3	Tidak terbatas	Tidak terbatas	Lama	10-20 tahun	Singkat
4	Tidak terbatas	Tidak terbatas	Tidak terbatas	Minimun 20 tahun	Maksimum 20 tahun
5	Tidak	Tidak	Agak cepat	Cepat sekali	Cepat sekali
6	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak berbahaya	Cepat sekali

Keterangan pengukuran:
1. Kayu berada di tanah lembab
2. Kayu berada di tempat yang tidak terlindung, namun air tidak dapat masuk ke dalam tempat penyimpanan
3. Kayu berada di tempat yang terlindung
4. Kayu berada di tempat yang terlindung dan dipelihara, serta daya tahan kayu terhadap rayap dan serangga diamati
5. Kayu dimakan oleh rayap
6. Kayu dimakan oleh serangga lain seperti kumbang bubuk (Martawijaya, 2005)

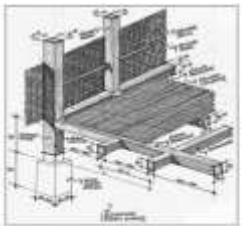


Terlihat kayu ulin tidak rusak sudah terendam lama

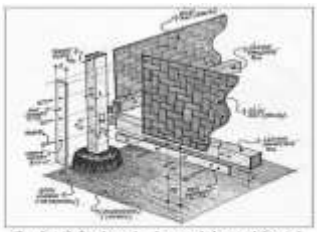
Rumah Panggung sejatinya merupakan bangunan arsitektur yang terbentuk secara alami melalui adaptasi terhadap lingkungan tanpa ada perencanaan sebelumnya dimana bentuk bangunan mengikuti fungsi untuk mengatasi ancaman dari luar maupun dalam seperti : Binatang buas, serangan musuh, cuaca, dan religius. [7] Menurut Leach (1997), hal penting yang dapat dipelajari dari arsitektur vernakular adalah dialog manusia dengan lingkungan, tanggapan terhadap faktor- faktor lingkungan, keterbatasan material, budaya dan teknologi serta dalam konteks relasi sosial. [8] Menurut Gutierrez (2004), keunikan bangunan vernakular disebabkan oleh membangunnya yang turun temurun dari ancient tradition, baik dari segi pengetahuan maupun metodenya (trial and error). [9] Menurut Dincyurek and Turker 2007 menyatakan bahwa arsitektur tradisional yang menggunakan bahan bangunan lokal telah mendemonstrasikan aspek inovasi dan adaptasi alami selama beberapa generasi, dan rumah panggung sejalan dengan teori tersebut. Dari sisi filosofi rumah panggung dibedakan karena ekologi lingkungannya antara daerah dataran tinggi dan daerah dataran rendah, sebagai contoh, Rumah panggung adat Sunda berkembang di lingkungan geografis dataran tinggi Jawa Barat. Struktur panggung berfungsi untuk melindungi rumah dari kelembapan tanah, mengatur sirkulasi udara silang yang memberikan kenyamanan termal, serta menyediakan ruang kolong multifungsi untuk penyimpanan dan ternak. Pondasi rumah Sunda menggunakan batu umpak yang diletakkan di atas tanah keras dan tidak ditanam, sebagai wujud penghormatan terhadap bumi dan larangan adat untuk tidak melukai tanah. Teknik konstruksi rumah Sunda menggunakan sistem pasak kayu dan sambungan pupurus tanpa paku logam, mencerminkan keterampilan tukang tradisional dan kepatuhan terhadap petunjuk spiritual leluhur. Keseluruhan bangunan dipahami sebagai perwujudan harmoni antara manusia, alam, dan warisan spiritual nenek moyang.



Gambar 4. Detail jenis pondasi pada rumah panggung adat Sunda
Sumber: Nuryanto, Arsitektur Tradisional Sunda, 2019.

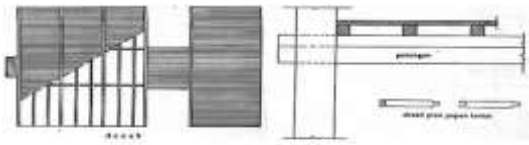


Gambar 5. Struktur dan konstruksi umpak bentuk balok pada rumah Panggung terdiri dari: *lelemahan, umpak, tihang adeg, lincar panglari.*
Sumber: Nuryanto, Arsitektur Tradisional Sunda, 2019.



Gambar 6. Struktur dan konstruksi umpak bentuk buleud (bulat) pada rumah Panggung terdiri dari: *lelemahan, umpak, tihang adeg, lincar panglari.*
Sumber: Nuryanto, Arsitektur Tradisional Sunda, 2019.

Sebaliknya, rumah panggung adat Melayu berkembang di wilayah pesisir dan dataran rendah seperti Riau, Sumatera Selatan, serta Semenanjung Malaysia dan kalimantan Struktur rumah panggung memiliki ketinggian lebih signifikan, antara 1,5 hingga 2,5 meter, sebagai bentuk adaptasi terhadap banjir dan lingkungan tropis yang lembap. Namun lebih dari itu, tinggi rumah juga menjadi simbol status sosial pemilik, di mana semakin tinggi lantai rumah, semakin tinggi pula derajat sosialnya. [3]



Gambar 14. Lantai pada rumah panggung adat Melayu
Sumber: Wahyuningsih & Abu, 1986.

komponen rumah panggung terdiri dari: a)Struktur Bawah (Pondasi dan Penyangga) meliputi Tiang atau Pilar (kolom), Pondasi/ Umpak (AlasTiang), Kolong (Ruang Bawah) b)Struktur Menengah (Badan Rumah) meliputi : Lantai, Sistem Balok (Rangka Lantai), dinding, Jendela dan Pintu c) Struktur atas (Atap) meliputi Rangka Atap, Penutup Atap. c)komponen pelengkap meliputi : tangga, teras/beranda.





b. Teknologi Apung

Banjir yang sering terjadi akan mengakibatkan kerusakan secara bertahap akibat terendam air terus menerus seperti pelapukan, kerusakan akibat benturan, karatan pada sambungan dan sebagainya. Untuk mengatasi kerusakan tersebut maka bangunan harus dapat beradaptasi dengan kondisi tersebut. [10] menurut Rahmasari (2011) mengemukakan gagasan "Adaptasi adalah proses yang melaluinya, hubungan yang menguntungkan dibangun dan dipelihara antara suatu organisme dan lingkungannya" diharapkan melalui adaptasi bangunan terhadap banjir menghasilkan bangunan yang aman dan nyaman bagi penghuni sehingga tidak ada kerugian bagi pemilik rumah saat terjadi banjir selanjutnya. Teknologi apung sudah banyak diterapkan di dalam dan luar negeri. Seperti : wisata kampung rawa Ambarawa, Rumah apung pesisir jakarta, Autark Home, Netherlands (2012), Floating hotel "Salt & Sill", Sweden (2008), dsb.. [4]



wisata kampung rawa Ambarawa & Rumah apung pesisir jakarta



Figure 6 Exterior (left) and Interior (right) of Autark Home
(Source: http://www.autarkhome.de/, 2014)



Figure 5 Exterior (left) and Roof (right) of Floating Hotel "Salt & Sill"
(Source: photos by the author, 2011)

[11] Melalui "Workshop Series LPPM ITB Volume 9 Tahun 2022", Dosen Peneliti, Pusat Penelitian Energi Baru Terbarukan, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung, Farid Putra Bakti, Ph.D., memaparkan tentang teknologi struktur terapung "Floating Structures, Pushing the Frontier of Energy Utilization, Habitable Space, and Mobility," (14/9/2022). "Kehadiran struktur terapung telah menjadi penyelamat untuk umat manusia sejak dahulu kala. naiknya muka air laut, kebutuhan energi bersih dan berkelanjutan, kebutuhan lahan hunian dan pangan, hingga mobilisasi barang dan manusia. "Berbagai permasalahan tersebut dapat diatasi dengan pemanfaatan struktur terapung," tegas Farid, adapun jenis material apung yang telah teruji oleh lembaga penguji dengan Standar seperti ASTM D1505 dan ISO 1183, [12]

Data Perbandingan Berat jenis material apung

Teknologi apung

no	Keterangan	Material				
		PVC	Sterofoam	HDPE	bamboo	Plastic
1	Berat jenis (kg/m^3)	1500	50	970	350	1175
2	Kerapatan (g/cm^3) uji ASTM D1505 dan ISO 1183	1,4	0,05	0,97	0,65	0,96

Dari data diatas diketahui untuk material apung dengan berat jenis ringan dengan kerapatan material yang tinggi/solid yaitu menggunakan material ***Sterofoam dan HDPE***



Drum / Plastik



Bambu / Bamboo



Sterofoam



HDPE

TINJAUAN/OBSERVASI PENELITIAN

Penelitian ini fokus kepada struktur bawah yang merupakan salah satu bagian utama yang akan dimodifikasi dengan teknologi apung yang diharapkan rumah panggung dapat ber-adaptasi terhadap banjir, [13] menurut Ahmad dan Ikhya (2016) pondasi merupakan struktur bawah yang menopang struktur di atasnya (mencakup balok, kolom, plat, hingga atap), [14] menurut Sudarmoko (1996) menekankan bahwa kolom memegang peranan sangat penting dalam suatu bangunan, di mana kegagalan atau keruntuhan pada kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya seluruh struktur bangunan secara total (total collapse).

Tinjauan/observasi Penelitian ke 1 : lokasi diketahui, saat banjir besar tahun 2022 air masuk kedalam rumah warga sampai setinggi 50cm dari lantai kayu sisi dalam



Do*kumentasi pribadi*

Tinjauan Penelitian ke 2 : lokasi diketahui, saat kondisi normal permukaan air sungai berada – 65cm dari lantai kayu sisi dalam



Dokumentasi pribadi

Dari hasil pantauan tersebut diketahui, kenaikan muka air sungai saat hujan mengalami kenaikan sebesar 100 cm – 120 cm. Dari data kualitatif tersebut dapat dijadikan batasan untuk naiknya rumah panggung tersebut agar tidak terendam saat banjir yang diterapkan dengan Teknologi Apung yang telah beradaptasi dengan banjir

KERANGKA TEORI

Mengacu dari ulasan pantauan lapangan dimana kenaikan muka air hujan saat banjir sangat tinggi, maka diperlukan analisa dan pengumpulan data data, antara lain :

1. Mengetahui data curah hujan tahun 200 9 -2019

Tabel II.3 Kondisi Curah dan Hari Hujan per Tahun Kabupaten Kotawaringin Barat

Tahun	Curah Hujan (mm^3/Tahun)	Hari Hujan/Tahun
2009	3145	220
2010	2988	234
2011	2323	194
2012	2087	205
2013	2066	200
2014	2764	239
2015	2306	210
2016	2297	181
2017	3312	244
2018	2577	262
2019	1824	238

Sumber : Kotawaringin Barat Dalam Angka, 2009-2019



Gambar II-2 Grafik Curah Hujan dan Hari Hujan Tahun 2009-2019

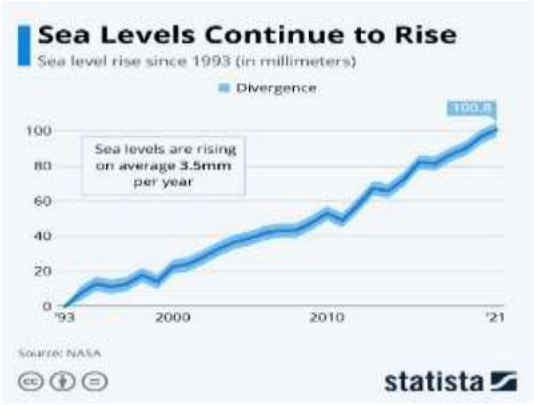
[15] Mengacu data BMKG tahun 2029 - 2025, kalimantan tengah masuk kedalam curah hujan kategori menengah – tinggi (ratio 200 – 300)

2. Mengetahui kenaikan muka air sungai tahun 2022-2025
   Mengacu data dari IPCC dan NASA [16] diinformasikan kenaikan muka air laut rata-rata setiap tahun 3.5mm mulai dari tahun 1993 dimana pada tahun 2021 sudah mencapai 100.8mm, sehingga ditahun 2025 diasumsikan sudah mencapai 114.8mm

According to the **IPCC** and this 2025 study:

Year	Global Average Sea Level Rise Rate
1960s	1.4 mm/year
2020	3.6 mm/year
2025	4.5 mm/year (and rising)
Projected 2100	**8–16 mm/year**

If we don't act, the sea could rise **0.6 to 1.1 meters (2 to 3.6 feet)** by the end of this century – drowning **entire island nations**, destroying **coastal cities**, and displacing **up to 410 million people** globally.

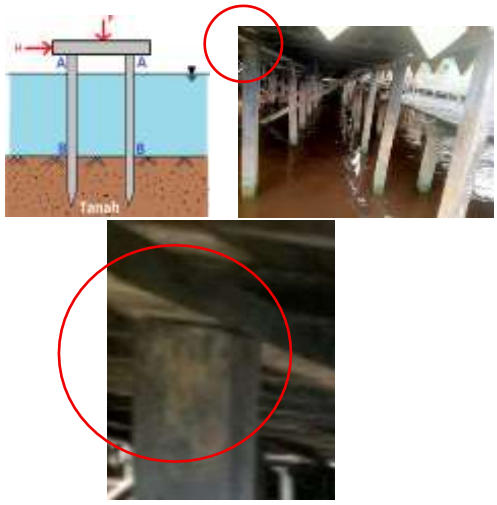


3. Mengetahui kondisi aktual bangunan rumah panggung saat ini.
   Dari tinjauan kelokasi diketahui kondisi aktual bangunan rumah panggung menggunakan kayu Ulin, kondisi material kayu baik namun paku / material besi banyak berkarat sehingga menyebabkan sambungan longgar /lepas. Bangunan mulai terlihat miring akibat terdorong arus air sungai disertai banyak jalan yang berlubang akibat tidak segera diperbaiki



Bangunan dan Jalan miring

4. Menentukan material apung yang cocok untuk bangunan apung.
   Hasil pantauan lapangan diketahui sambungan antara tiang pondasi dengan balok lantai menggunakan paku,



Sistem sambungan (Paku)

sehingga lantai dapat diangkat dengan melepaskan pondasi dari baloknya dan plat lantai akan diangkat dengan material apung. Dimana secara konsep direncanakan material apung akan di sambungkan ke balok kayu sehingga bangunan dapat mengapung.



Untuk material yg digunakan, dari data tabel jenis-jenis material apung diketahui untuk material apung dengan berat jenis ringan dengan kerapatan material yang tinggi/solid yaitu menggunakan material Sterofoam dan HDPE

METODE PENELITIAN

1) Hasil pantauan ke 1 : "lokasi diketahui, saat banjir besar tahun 2022 air masuk kedalam rumah warga sampai setinggi 50cm dari lantai kayu sisi dalam", informasi pengumpulan data didapatkan melalui pengamatan/Observasi lapangan serta wawancara dengan beberapa Narasumber menggunakan metode kualitatif

2) Hasil pantauan ke 2 : "lokasi diketahui, saat kondisi normal permukaan air sungai berada – 65cm dari lantai kayu sisi dalam", informasi pengumpulan data didapatkan dengan pendekatan wawancara dengan beberapa Narasumber menggunakan metode Kualitatif

PEMBAHASAN DAN HASIL

Dari penyelarasan beberapa variabel yang disusun, berikut usulan desainnya

1) KONDISI EXISTING



1a. Gambar existing (tanpa teknologi apung)

kondisi Normal (Batas level air berada pada level -65cm dari lantai rumah Panggung), dimana aktifitas penghuni rumah tidak terganggu.



1b. Gambar existing (tanpa teknologi apung) – kondisi Air Pasang

Ketinggian level air naik menjadi +50cm dari lantai rumah Panggung, sehingga tinggi sebelum dan setelah banjir mengalami kenaikan 115 cm (menyebabkan rumah tergenang air), dimana aktifitas penghuni rumah terganggu.

2) GAGASAN TEKNOLOGI APUNG



2a. Gambar Gagasan (dengan teknologi apung)

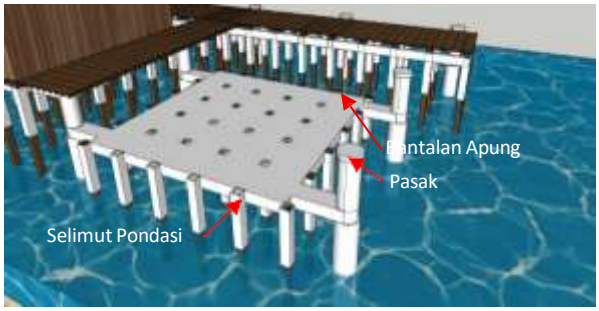
kondisi Normal (Batas level air berada pada level -65cm dari lantai rumah Panggung), dimana aktifitas penghuni rumah tidak terganggu.



2b. Kondisi Normal Batas level air -65cm dari lantai rumah Panggung

Ketinggian level air naik menjadi +50cm dari lantai rumah Panggung, dengan teknologi apung bangunan ikut naik saat terjadi banjir / Air Pasang (kenaikan level air + 115 cm)

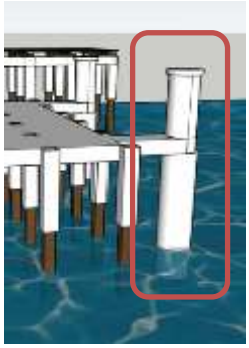
3) DETAIL



Komponen dalam teknologi apung ini terdiri dari Pasak, Selimut pondasi dan bantalan Apung.
Fungsi dari masing masing komponen :

a) **Pasak,**
berfungsi sebagai pengikat bangunan agar tidak berpindah tempat saat bangunan mengapung (air pasang/naik), dimana cincin pasak akan bergerak mengikuti naik/turunnya level air. Pasak terdiri dari beberapa komponen :

i. Pondasi Pasak, sebagai tumpuan / poros dari pasak menggunakan struktur beton
ii. Tiang Pasak, sebagai penahan cincin pasak saat muka air naik/turun menggunakan Pancang beton
iii. Cincin Pasak, sebagai Pengikat ke pasak dan menyesuaikan terhadap muka air menggunakan struktur baja tahan terhadap air



Gambar : Tiang Pasak



Studi Presedent: Cincin pasak di pantai jakarta



Studi Presedent : Pasak

b) **Selimut Pondasi**

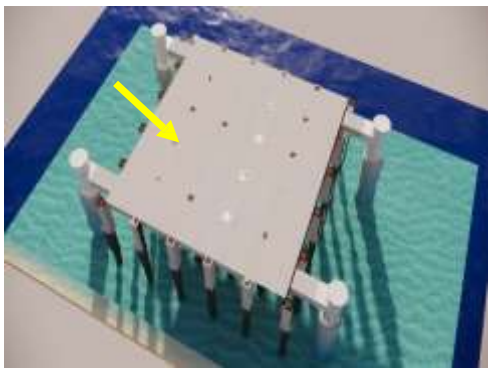
Berfungsi pengikat bantalan apung dengan pondasi existing (kayu) agar saat muka air sungai naik/turun, rangka sloof (balok lantai kayu) dapat kembali ke porosnya/tumpuan awal. Selimut Pondasi menggunakan material tahan terhadap air dan tebal seperti pipa pvc.





c) **Bantalan Apung**

berfungsi sebagai teknologi apung yang bereaksi terhadap naik turunnya air, menggunakan material HDPE, Plastik, sterofoam, dsb.. yang di kolaborasikan dengan beton sebagai lapisan kulit luarnya



d) **Simulasi**

Kondisi bangunan sebelum dan sesudah terjadi banjir. Terlihat bangunan beradaptasi terhadap naik/turunnya air sungai, sehingga diharapkan kerusakan bangunan lebih minim, dan penghuni aman



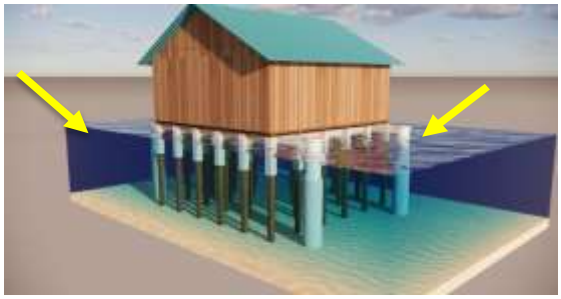
Simulasi 1 : Air masih dalam keadaan normal



Simulasi 2 : Air mulai naik sampai batas selimut pondasi



Simulasi 3 : air sudah naik sampai mendorong bantalan apung sehingga bangunan ikut naik



Simulasi 4 : Bangunan dikunci/ditahan sampai batas ketinggian maksimum

KESIMPULAN

Dari data-data lapangan yang telah dikumpulkan dan dilanjukan dengan analisa baik lapangan maupun data teori serta variabel-variabel yang didapat, dan dilanjutkan dengan simulasi, maka di simpulkan bahwa teknologi apung dapat pakai sebagai solusi bagi rumah panggung yang mampu beradaptasi dengan naiknya muka air sungai saat hujan maupun pasang,

PENUTUP

Tiada kata yang mewakili perasaan saya saat ini kecuali rasa syukur. Untuk itu, saya ucapkan terima kasih kepada Tuhan Yesus Kristus atas rahmat-Nya, sehingga jurnal ini dapat diselesaikan dengan baik. juga saya ucapkan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada dosen pembimbing saya, Ibu Prof Dr.-Ing Sri Pare Eni LIc.rer.reg dan Bpk. Dr. Ramos P Pasaribu ST.MT yang telah meluangkan waktu untuk membimbing saya sehingga Penelitian ini dapat selesai dan yang terutama istri dan anak-anak ku yang terkasih, terima kasih untuk kesabarannya menemani saya selalu. Jurnal ini saya buat atas buah pemikiran saya yang bersumber dari rasa keprihatinan yang terjadi saat bencana banjir tahun 2022 di kotawaringin barat, dimana banyak keluarga yang kehilangan anggota keluarga maupun harta bendanya terkhusus masyarakat yang dekat dengan sungai arut. Saya berharap ide dan gagasan ini dapat bermamfaat bagi kepentingan banyak orang. Sebagai penutup saya sampaikan terima kasih dan semoga kita dalam keadaan sehat selalu.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Yosafat Aji P & Bambang Suryoatmono (Vol.21 No.1) Hal 13-22.pub Kekuatan Tekan Sejajar Serat dan Tegak Lurus Serat Kayu Ulin
[2] Prosiding Seminar Nasional Industri Kerjinan dan Batik 2022 E-ISSN:27157814 PEMAMFAATAN LIMBAH KAYU ULIN DI KALIMANTAN TIMUR UNTUK PRODUK SOUVENIR DENGAN TEKNIK UKIR
[3] DESA Jurnal Desain dan Arsitektur/Vol.6 (2)/September 2025MENYINGKAP MAKNA FILOSOFIS: INTERPRETASI ARSITEKTUR RUMAH PANGGUNG DALAM TRADISI NUSANTARA
[4] Changho Moon, PhD [Kunsan National University] mchangho@kunsan.ac.kr Renewable Energy Application in Floating Architecture
[5] Banjir Melanda Asahan dan Langkat, Ribuan Orang Terdampak https://www.kompas.id/artikel/banjir-melanda-asahan-dan-langkat-ribuan-orang-terdampak
[6] Dalam buku Environment and Culture, Volume 1 (Altman, Rapoport, & Wohlwill., 1980
[7] LANTING Journal of Architecture, Volume 1, Nomer 2, Agustus 2012, Halaman ISSN MENGGALI MAKNA ARSITEKTUR VERNAKULAR: Ranah, Unsur, dan Aspek-Aspek VERNAKULAR
[8] Volume: II, Nomor: 1, Halaman : 1 - 7 , Januari 2010. Kearifan Lokal pada Bangunan Rumah Vernakular di Bengkulu dalam Merespon Gampa; Studi Kasus: Rumah Vernakular di Desa Duku Ulu, Sugeng Triyadi, Iwan Sudradjat, Andi Harapan
[9] Learning from traditional built environment of Cyprus: Re-interpretation of the contextual values, Dincyurek and Turker 2007
[10] Jurnal Lingkungan Binaan Indonesia 9 (1), 8-13, Strategi Adaptasi Model Rumah Panggung Permukiman Tepi Sungai Musi Palembang
[11] "Workshop Series LPPM ITB Volume 9 Tahun 2022", Dosen Peneliti, Pusat Penelitian Energi Baru Terbarukan, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung, Farid Putra Bakti, Ph.D., memaparkan tentang teknologi struktur terapung "Floating Structures, Pushing the Frontier of Energy Utilization, Habitable Space, and Mobility,"https://itb.ac.id/berita/detail/58935/teknologi-struktur-terapung-solusi-persoalan-lingkungan- dan-

kebutuhan-energi-di-indonesia
[12] Hasil uji HDPE https://www.waterpipefactory.com/id/pengetahuan/ikhtisar-teknis-dan-standar-kepadatan- hdpe/#
[13] HASIL UJI bambu https://123dok.com/document/lzgomkvq-pengembangan-pemilahan-berdasarkan-kecepatan- ultrasonik-gigantochloa-atroviolaceae-gigantochloa.html
[14] Ahmad, L. & Ikhya, 2016, Analisis Kapasitas Daya Dukung Pondasi Dangkal Tipe Menerus Pengaruh Kedalaman Tanah Keras. Jurnal Online Institut Teknologi Nasional, Bandung.
[15] Sudarmoko, 1996, Struktur Pelat Beton, Penerbit BIRO, Yogyakarta
[16] data BMKG curah hujan tahun 2029 – 2025
[17] data kenaikan level air laut data IPCC https://www.ipcc.ch/sr15/