

Ethnophysics Study of the Malige Traditional House: Identification of Physics Principles in Local Wisdom for Physics Education

Awal Mulia Rejeki Tumanggor^{*1}, Armanto², Megastin Massang Lumembang³, Berton Maruli Siahhaan⁴, Daniel Jesayanto Jaya⁵

¹Prodi Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam dan Kebumihan, Universitas Negeri Manado

²Prodi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sembilanbelas November Kolaka

³Prodi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sam Ratulangi

⁵Prodi Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta

Abstract

Local wisdom in the architecture of Malige reflects the intuitive understanding of the Buton people regarding principles of physics, making it compelling to study in the context of physics education. This study aims to identify the physics principles in the Malige Traditional House in Bau-Bau through an ethnophysics approach. The method used was descriptive qualitative, with data collection through observation, interviews, and documentation studies. The results reveal the application of rigid body equilibrium and force distribution concepts in nail-less wooden joints, fluid mechanics in the natural ventilation system, and force equilibrium on the inclined plane of the stairs. The study concludes that this local wisdom aligns with modern physics theory and holds potential as a source for meaningful contextual physics learning.

Kata Kunci: Ethnophysics, Malige Traditional House, Physics Learning, Local Wisdom, Mechanics

Submitted: 2 March 2026; Reviewed: 3 March 2026; Accepted: 29 March 2026

DOI: 10.46368/bjpd.v7i1.4980

Kajian Etnofisika Rumah Adat Malige: Identifikasi Prinsip Fisika dalam Kearifan Lokal untuk Pembelajaran Fisika

Abstrak

Kearifan lokal dalam arsitektur Malige merefleksikan pemahaman intuitif masyarakat Buton terhadap prinsip-prinsip fisika dan menarik untuk dikaji dalam konteks pendidikan fisika. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi prinsip fisika pada Rumah Adat Malige di Bau-Bau melalui pendekatan etnofisika. Metode yang digunakan adalah kualitatif deskriptif dengan pengumpulan data melalui observasi, wawancara, dan studi dokumentasi. Hasil penelitian mengungkapkan penerapan konsep kesetimbangan benda tegar dan distribusi gaya pada sambungan kayu tanpa paku, mekanika fluida pada sistem ventilasi alami, serta kesetimbangan gaya pada bidang miring tangga. Simpulan kajian menegaskan bahwa kearifan lokal ini selaras dengan teori fisika modern dan berpotensi sebagai sumber belajar fisika kontekstual yang bermakna.

Kata Kunci: Etnofisika, Rumah Adat Malige, Pembelajaran Fisika, Kearifan Lokal, Mekanika

* Corresponding Author: Awal Mulia Rejeki Tumanggor, awaltumanggor@unima.ac.id, Prodi Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam dan Kebumihan, Universitas Negeri Manado, Kec. Tondano Selatan, Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara, Indonesia

PENDAHULUAN

Pendidikan fisika di Indonesia masih menghadapi tantangan berupa persepsi peserta didik yang menganggap materi pembelajaran bersifat abstrak dan terpisah dari realitas kehidupan sehari-hari (Pujayanto et al., 2018; Tarigan & Tumanggor, 2025). Kesenjangan antara teori yang diajarkan di kelas dengan konteks aplikatif di masyarakat ini berpotensi menurunkan minat belajar dan pemahaman konseptual peserta didik. Kondisi ini menuntut adanya pendekatan pembelajaran mendalam dan kontekstual, yaitu pendekatan pembelajaran berbasis kearifan lokal (*local wisdom*) dengan menekankan integrasi nilai-nilai budaya ke dalam proses pembelajaran sains (Almuharomah et al., 2019; Tumanggor, Sarayar, et al., 2025). Pendekatan ini tidak hanya bertujuan memahami konsep ilmiah, tetapi juga menanamkan apresiasi terhadap warisan budaya dan membangun kesadaran akan potensi intelektual yang terkandung dalam tradisi leluhur (Hasani et al., 2019).

Rumah adat sebagai manifestasi fisik dari kearifan lokal masyarakat Indonesia menyimpan potensi besar sebagai sumber belajar sains yang kontekstual. Berbagai penelitian telah membuktikan hal ini, seperti identifikasi prinsip fisika pada rumah adat Tongkonan di Toraja (Fajriyani, 2023; Tumanggor, Paembonan, et al., 2025), kajian etnosains rumah panggung Dalam Loba Sumbawa (Hermansyah et al., 2024), dan rumah tradisional Seberang Jambi (Pratomo et al., 2020). Namun kajian serupa masih sangat terbatas pada Rumah Adat Malige dari kesultanan Buton yang terletak di Kota Bau-Bau, Provinsi Sulawesi Tenggara. Rumah adat ini merupakan lambang kebesaran arsitektur tradisional Buton yang seluruh bagiannya dibangun dari kayu tanpa menggunakan paku logam, melainkan melalui sistem pasak kayu dan sambungan silang antarbalok yang rumit dan presisi (Marsah et al., 2024; M. Z. Umar & Sjamu, 2019). Bangunan bertingkat empat ini berdiri kokoh di atas puluhan tiang penyangga dari kayu jati dan wola yang kuat dan tahan lama. Secara filosofis, rumah Malige merepresentasikan masyarakat Buton yang tercermin dalam struktur empat lantainya, sementara secara teknis, arsitekturnya dirancang secara intuitif untuk menahan getaran melalui prinsip-prinsip fleksibilitas dan distribusi beban (Marsah et al., 2024).

Secara arsitektural, rumah adat Malige menunjukkan penerapan prinsip-prinsip fisika yang mengagumkan. Struktur penyangga menggambarkan konsep gaya, tekanan, dan kesetimbangan benda tegar, sambungan lentur kayu mencerminkan sifat elastisitas dan momen inersia, sedangkan bentuk atap tinggi berperan dalam sirkulasi udara alami dan konduksi panas (Nurdiah, 2011; Sampebua & Unm, 2021). Selain aspek ilmiah, filosofi bangunannya juga sarat makna, empat lantai rumah melambangkan tahapan kehidupan suku Buton, dari aspek material hingga spiritual (Marsah et al., 2024). Dengan demikian, rumah adat Malige bukan sekadar artefak budaya, melainkan juga representasi kearifan lokal yang mengandung nilai-nilai sains yang dapat dikaji dan dijadikan sumber pembelajaran fisika.

Berdasarkan kajian teoritis, pendekatan etnofisika merupakan lensa ilmiah yang tepat untuk menganalisis kasus ini. Etnofisika memungkinkan peneliti untuk mengkaji sistem pengetahuan dan praktik suatu budaya dengan menggunakan kerangka konsep fisika modern (Asbanu, 2023; Febiawati et al., 2023). Pendekatan ini sejalan dengan teori pembelajaran konstruktivisme yang menekankan bahwa pengetahuan dibangun secara optimal ketika peserta didik terlibat dalam pengalaman langsung dan kontekstual (Taber, 2018; Tuerah, 2019). Integrasi budaya dalam pembelajaran sains telah terbukti secara signifikan dapat meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan berpikir kritis peserta didik (Laos & Tefu, 2020; Tumanggor, Sarayar, et al., 2025).

Kajian ilmiah terhadap rumah adat Malige sejauh ini masih lebih banyak berfokus pada aspek estetika, arsitektur, dan simbolisme budaya (Jasru & Sifatu, 2018; A. A. Umar et al., 2023), sedangkan potensi ilmiahnya dalam konteks etnofisika dan pembelajaran fisika belum banyak dieksplorasi. Padahal integrasi antara etnofisika dan pembelajaran fisika kontekstual berpotensi memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna, dan relevan bagi peserta didik. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi prinsip-prinsip fisika yang terkandung dalam rumah adat Malige melalui pendekatan etnofisika, serta menjelaskan keterkaitannya dengan kearifan lokal masyarakat Buton. Hasil kajian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi secara teoritis bagi pengembangan bidang kajian etnofisika di Indonesia, dan secara praktis dapat menjadi sumber referensi bagi pendidik dalam mengembangkan bahan ajar fisika yang kontekstual, menarik dan bermuatan kearifan lokal.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan kerangka kajian etnofisika, yaitu pendekatan yang berupa mengidentifikasi, menganalisis, dan menafsirkan prinsip-prinsip fisika yang terkandung dalam artefak budaya masyarakat lokal. Pendekatan ini dipilih karena penelitian berfokus pada pemahaman makna ilmiah di balik kearifan lokal, bukan pada pengukuran kuantitatif (Creswell, 2014). Penelitian difokuskan pada analisis konstruksi arsitektur rumah adat Malige dari Kesultanan Buton di kota Bau-Bau, Sulawesi Tenggara, sebagai representasi sistem pengetahuan lokal yang mengandung nilai-nilai fisika dan kearifan lokal masyarakat Buton.

Populasi penelitian mencakup seluruh unsur fisik dan non-fisik yang meliputi struktur bangunan, bahan konstruksi, filosofi, serta nilai-nilai budaya yang melingkupi. Pemilihan sampel dilakukan secara *purposive* dengan mempertimbangkan relevansi elemen yang diamati terhadap prinsip fisika. Sampel utama mencakup bagian-bagian arsitektur yang memiliki fungsi mekanik seperti tiang penyangga, sambungan kayu, jendela, atap, serta melibatkan informan kunci seperti tokoh adat, atau budayawan yang memahami sejarah dan filosofi bangunan.

Data penelitian dikumpulkan melalui tiga teknik utama yaitu observasi lapangan, wawancara mendalam, dan studi dokumentasi. Observasi lapangan dilakukan langsung pada struktur rumah adat Malige untuk mengidentifikasi aspek fisika yang tampak, dan didukung dokumentasi foto serta sketsa untuk memperkuat deskripsi visual. Wawancara semi-struktural dilakukan dengan tokoh adat atau budayawan. Studi dokumentasi melengkapi data lapangan melalui telaah pustaka, laporan kebudayaan, dan arsip resmi.

Data yang terkumpul dianalisis secara kualitatif deskriptif mengikuti tahapan reduksi data, klasifikasi, interpretasi, dan penarikan kesimpulan (Miles et al., 2014). Data yang relevan dengan konsep fisika (gaya, tekanan, kesetimbangan, torsi, elastisitas dan konduksi panas) akan diidentifikasi dan dikelompokkan menurut elemen arsitektur terkait, lalu diinterpretasikan dalam kerangka teori fisika dan konteks kearifan lokal Buton. Analisis dilakukan secara iteratif yaitu temuan awal diuji ulang terhadap data lapangan dan literatur, serta divalidasi melalui diskusi dengan informan untuk memastikan kecocokan antara hasil interpretasi dan realitas budaya sehingga menghasilkan deskripsi etnofisika yang kontekstual.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rumah Adat Malige merupakan bangunan berbentuk rumah panggung persegi empat yang seluruh strukturnya terbuat dari material kayu. Ciri khasnya yang paling mencolok adalah atapnya yang bertingkat dan badan bangunan yang didukung oleh sejumlah tiang kayu penyangga besar. Sebagai rumah adat kesultanan Buton, Malige tidak hanya berfungsi sebagai tempat tinggal, tetapi juga sebagai simbol status dan pusat aktivitas adat. Secara visual, kekokohan dan keunikan arsitekturnya dapat dilihat pada Gambar 1.

Kesetimbangan Benda Tegar dan Distribusi Gaya serta Tekanan Fondasi

Berdasarkan hasil observasi lapangan dan wawancara menunjukkan bahwa kestabilan Rumah Adat Malige dengan struktur bangunan mengandalkan sistem sambungan kayu dan pasak sebagai pengunci antarelelemen utama seperti tiang, balok lantai, dan rangka atap, serta didesain tanpa menggunakan paku logam. Desain sambungan ini memungkinkan gaya yang bekerja pada struktur bangunan didistribusikan secara merata sehingga mengurangi tekanan berlebih pada titik tertentu. Prinsip ini menunjukkan penerapan konsep kesetimbangan benda tegar dan distribusi gaya ($\sum F_x = 0$, $\sum F_y = 0$ dan $\sum \tau = 0$) sebagaimana dijelaskan dalam teori mekanika klasik (Knight, 2017), hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1
Rumah Adat Malige di Kota



Gambar 2

Struktur tiang penyangga bawah rumah yang berdiri di atas dudukan beton

Struktur tiang-tiang vertikal pada rumah Malige menunjukkan penerapan konsep gaya tekan dan torsi. Setiap tiang menahan beban vertikal dari lantai dan atap di atasnya, sementara bentuk sambungan yang saling mengunci memperkuat kestabilan lateral saat terjadi gaya horizontal. Selain itu, tiang kayu dipasang di atas dudukan batu atau beton yang berfungsi sebagai isolator kelembaban dan penyeimbang tekanan tanah. Prinsip sejalan dengan kesetimbangan statis di mana gaya normal (N) yang bekerja pada alas harus sebanding dengan gaya berat (w) bangunan.

Beban-beban vertikal w_1, w_2, w_3, w_4 yang disederhanakan menjadi gaya terpusat pada jarak tertentu terhadap titik acuan. Reaksi tumpuan di titik A terdiri atas komponen horizontal A_x dan A_y , sedangkan batang miring BC berperan sebagai *two-force member* yang hanya menyalurkan gaya aksial F_{BC} sepanjang arah batang dengan sudut θ . Gaya ini diuraikan menjadi komponen horizontal $F_{BC} \sin \theta$ dan komponen vertikal $F_{BC} \cos \theta$. Dengan mengambil arah ke atas sebagai positif, diperoleh bahwa komponen vertikal ($\sum F_y = 0$) gaya batang $F_{BC} \cos \theta$ bekerja ke atas, sedangkan reaksi tumpuan A_y dan beban w_i bekerja ke bawah, sehingga berlaku $F_{BC} \cos \theta - A_y - \sum w_i = 0$. Pada arah horizontal ($\sum F_x = 0$), keseimbangan gaya menghasilkan $F_{BC} \sin \theta - A_x = 0$. Selanjutnya dengan mengambil momen terhadap titik A ($\sum \tau_A = 0$), diperoleh $(F_{BC} \cos \theta)d_2 - \sum w_i d_i = 0$ yang menunjukkan bahwa komponen vertikal gaya batang berperan dalam menyeimbangkan momen akibat beban pada balok.

Hasil wawancara dengan juru pelihara menyebutkan bahwa fondasi tidak ditanam ke tanah agar rumah dapat sedikit bergoyang mengikuti arah angin atau getaran tanah. Secara fisika, desain ini mengimplementasikan konsep elastisitas dan redaman osilasi, mirip dengan sistem *base isolation* pada bangunan modern tahan gempa, hal ini ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3
Distribusi Beban dan Gaya Tumpuan pada Struktur Penopang



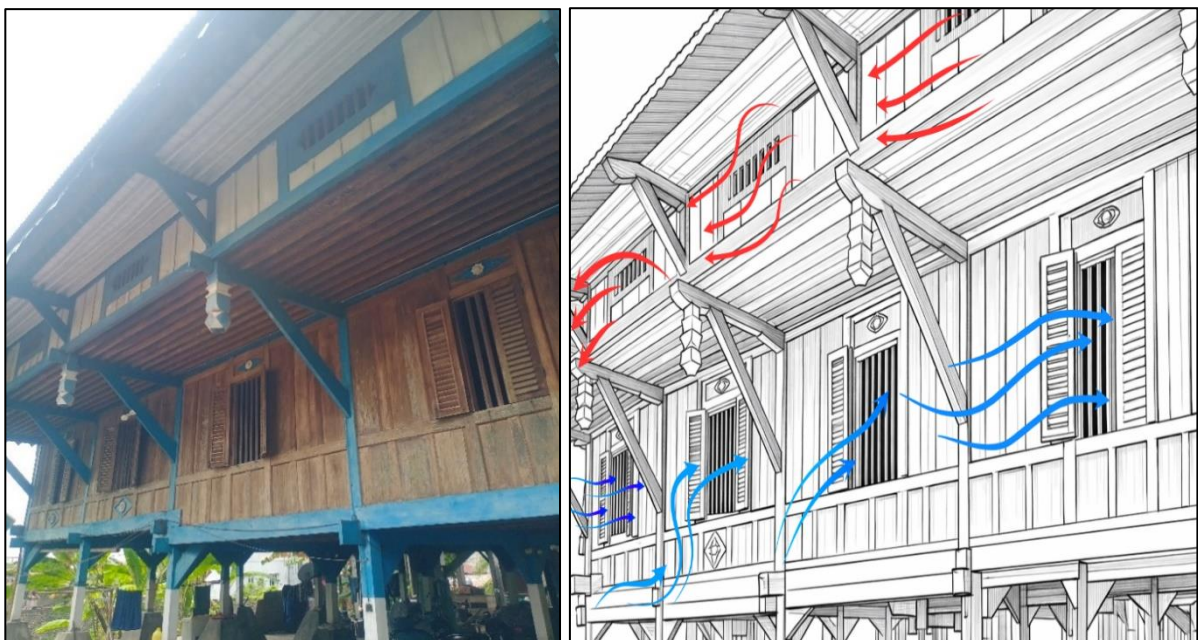
Gambar 4
Kesetimbangan benda pada Tangga

Gambar 3 menunjukkan bagian bawah rumah adat Malige yang ditopang oleh sistem tiang vertikal dan balok diagonal untuk menjaga stabilitas terhadap gaya lateral dan momen gaya (torsi), serta menahan gaya geser dan memperkuat kekakuan struktur. Sambungan antarbalok berperan sebagai tumpuan sendi yang menyalurkan gaya antarbagian tanpa menimbulkan momen berlebih, sementara fondasi bagian bawah memberikan gaya reaksi (F_{reaksi}) yang menyeimbangkan seluruh gaya dari atas.

Sistem tangga rumah adat Malige pada Gambar 4 secara struktural berperan sebagai bidang miring, yang merepresentasikan penerapan konsep Keseimbangan gaya pada bidang miring. Dalam konteks etnofisika, tangga rumah adat Malige merepresentasikan intuitif prinsip mekanika klasik dalam kehidupan sehari-hari masyarakat Buton. Sudut kemiringan tangga yang moderat memungkinkan gaya gesek dan gaya normal bekerja secara seimbang, sehingga meminimalkan risiko tergelincir serta menjaga kenyamanan saat naik dan turun. Hal ini menunjukkan bahwa masyarakat tradisional telah menerapkan konsep gaya, keseimbangan, dan kerja mekanik tanpa melalui pendekatan matematis formal, namun melalui pengalaman empiris.

Konsep Termal dan Mekanika Fluida pada Desain Ventilasi Alami

Bentuk atap rumah Malige yang tinggi dan bertingkat (Gambar 1) menerapkan konsep perpindahan kalor melalui konveksi alami. Desain atap yang meruncing memudahkan udara panas di dalam ruangan yang memiliki massa jenis lebih rendah akan naik ke bagian atas dan keluar melalui ventilasi kecil di bawah bubungan. Proses ini membuat tekanan udara di dalam (bagian bawah) rumah menjadi lebih rendah, sehingga menarik udara sejuk masuk melalui celah-celah jendela kayu dan kisi-kisi ventilasi, hal ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5

Ilustrasi Ventilasi dan Jendela Kayu Malige

Sirkulasi udara yang terus-menerus ini merupakan aplikasi dari perbedaan tekanan dalam fluida, menjaga agar suhu ruangan tetap nyaman tanpa perlu pendingin buatan. Prinsip tersebut menunjukkan penerapan konveksi dan aliran udara alami (*natural ventilation*) yang sejalan dengan

prinsip mekanika fluida. Dalam wawancara dengan tokoh adat, disebutkan bahwa ventilasi dan kisi-kisi kayu diatur sedemikian rupa agar “rumah dapat bernapas”, hal ini yang merefleksikan filosofi keseimbangan antara manusia dan alam.

Struktur Malige dipandang sebagai sebuah prototipe cerdas dari rekayasa tahan gempa dan arsitektur berkelanjutan. Kelenturan struktur kayu dan sistem sambungannya sejalan dengan konsep modern *ductile design* pada rekayasa gempa, yang mengutamakan kemampuan struktur untuk berdeformasi tanpa runtuh, sama halnya dengan sistem ventilasi yang berprinsip *green architecture*. Rumah adat Malige tidak hanya bernilai budaya, tetapi juga merupakan sumber belajar fisika yang kontekstual dan dapat dijadikan studi kasus yang baik untuk mempelajari penerapan berbagai konsep fisika dalam satu kesatuan sistem yang utuh, sehingga menjadikan pembelajaran lebih bermakna (*meaningful*), mendorong kesadaran akan kearifan lokal (*mindful*) dan menarik (*joyful*) bagi peserta didik.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian etnofisika terhadap struktur Rumah Adat Malige di kota Bau-Bau, Sulawesi Tenggara, dapat disimpulkan bahwa bangunan tradisional ini merepresentasikan penerapan prinsip-prinsip fisika secara intuitif yang lahir dari kearifan lokal masyarakat Buton. Struktur penyangga vertikal dan diagonal menunjukkan penerapan konsep kesetimbangan benda tegar, gaya tekan, dan momen torsi yang memastikan kestabilan bangunan tanpa penggunaan paku logam. Bagian tangga memperlihatkan penerapan konsep gaya pada bidang miring dan gaya gesek statis yang bekerja harmonis untuk menjaga keamanan dan kenyamanan pengguna. Sementara itu, bentuk atap yang tinggi dan ruang ventilasi yang luas mencerminkan penerapan prinsip mekanika fluida yang menjadikan rumah tetap sejuk dan stabil terhadap perubahan lingkungan. Temuan ini menegaskan bahwa kearifan lokal masyarakat Buton dalam merancang Rumah Adat Malige mengandung nilai-nilai ilmiah yang sejalan dengan teori fisika. Dengan demikian, integrasi antara budaya lokal dan sains melalui pendekatan etnofisika tidak hanya berfungsi untuk melestarikan warisan budaya, tetapi juga berpotensi besar menjadi sumber belajar fisika kontekstual yang mendukung pembelajaran mendalam. Kajian ini diharapkan menjadi dasar pengembangan bahan ajar berbasis kearifan lokal serta menginspirasi penelitian lanjutan tentang etnofisika pada rumah adat lain di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Almuharomah, F. A., Mayasari, T., & Kurniadi, E. (2019). Pengembangan Modul Fisika STEM Terintegrasi Kearifan Lokal “Beduk” untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMP. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 7(1), 1. <https://doi.org/10.20527/bipf.v7i1.5630>
- Asbanu, D. E. S. I. (2023). Etnofisika: Analisis Konsep Fisika Pada Gerak Tarian Okomama Suku Amanuban. *ORBITA: Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Fisika*, 9(1), 162. <https://doi.org/10.31764/orbita.v9i1.13835>
- Creswell, J. W. (2014). Research Design, Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches. In *SAGE Publications* (Fourth).
- Fajriyani. (2023). Structure Of Tongkonan Traditional House Buildings As A Source Of Physics Learning. *Al-Khazini*, 3(1), 1–15. <https://doi.org/10.24252/al-khazini.v3i1.36241>

- Febiwati, N. I., Felisiana, F. R., & Setiaji, B. (2023). Kajian Etnofisika Konsep Gerak Harmonik Sederhana Pada Wahana Kora-Kora. *Jurnal Fisika : Fisika Sains Dan Aplikasinya*, 8(2), 103–110. <https://doi.org/10.35508/fisa.v8i2.13555>
- Hasani, N. L., Hartini, S., & Annur, S. (2019). Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan Karakter Kayuh Baimbai melalui Modul Fisika Bermuatan Kearifan Lokal. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 3(2), 65. <https://doi.org/10.20527/jipf.v3i2.1034>
- Hermansyah, H., Sriyati, S., & Liliawati, W. (2024). Kajian Etnosains Arsitektur Rumah Panggung “Dalam Loka” Sumbawa sebagai Sumber Pembelajaran Fisika. *U-Teach: Journal Education of Young Physics Teacher*, 5(1), 1–13. <https://doi.org/10.30599/uteach.v5i1.842>
- Jasru, Z., & Sifatu, W. O. (2018). Dinamika Makna Simbolis Ornamen Rumah Adat Malige Di Keraton Buton Kecamatan Murhum Kota Baubau. *Etnoreflika*, 7(1), 51.
- Knight, R. D. (2017). *Physics for Scientists and Engineers - A Strategic Approach with Modern Physics* (Fourth). Pearson Education Limited.
- Laos, L. E., & Tefu, M. (2020). The Development of Physics Teaching Materials Based On Local Wisdom To Improve Students’ Critical Thinking Ability. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 5(2), 107. <https://doi.org/10.26737/jipf.v5i2.1476>
- Marsah, U. M., Faisal, M., & Roslyn. (2024). Kajian Estetika Bentuk Rumah Adat Malige Kota Bau-Bau, Buton Sulawesi Tenggara dengan Menggunakan Teori A. A. M. Djelantik. *Macora*, 1(1), 47–60. <https://doi.org/10.56983/macora.v1i1.1553>
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldana, J. (2014). *Qualitative Data Analysis* (Third). Sage Publication, Inc.
- Nurdiah, E. A. (2011). Protruding Saddle Roof Structure of Toraja , Minang and Toba Batak House : Learning from Traditional Structure System. *Senvar*, 65–70. <https://repository.petra.ac.id/15469/1/B1-28.pdf>
- Pratomo, S., Putri, N., Pujaningsih, F. B., Kurniawan, W., & Bahar, F. F. (2020). Prinsip Fisika pada Pondasi Tiang Kayu Rumah Tradisional Seberang Kota Jambi. *Seminar Ikatan Peneliti Lingkungan Binaan Indonesia*, 049–055. <https://doi.org/10.32315/sem.4.049>
- Pujayanto, Budiharti, R., Radiyono, Y., Rizky, N., Nuraini, A., Putri, H. V., Saputro, D. E., & Adhitama, E. (2018). Pengembangan Tes Diagnostik Miskonsepsi Empat Tahap Tentang Kinematika. *Cakrawala Pendidikan*, 37(2), 237–249. <https://doi.org/10.21831/cp.v37i2.16491>
- Sampebua, O., & Unm, M. L. (2021). Tongkonan Ke’Te’ Kesu’ As a Traditional Architectural Tourist Attraction in Tana Toraja. *Journal of Building Material Science*, 3(1), 1–8. <https://doi.org/10.30564/jbms.v3i1.2929>
- Taber, K. S. (2018). Constructivism in Education: Interpretations and Criticisms from Science Education. *Early Childhood Development: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications: Volumes I-III*, 1(2016), 312–342. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-7507-8.ch015>
- Tarigan, Y., & Tumanggor, A. M. R. (2025). Analysis of Parabolic Motion in Javelin Throwing Instruction: Integration of Physics and Physical Education. *Klasikal: Journal of Education, Language Teaching and Science*, 7(1), 561–570. <https://doi.org/10.52208/klasikal.v7i1.1331>

- Tuerah, R. M. S. (2019). Constructivism approach in science learning. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 5(5), 362–376. <https://doi.org/10.2991/icet-19.2019.59>
- Tumanggor, A. M. R., Paembonan, T. L., Siahaan, B. M., & Sampouw, F. (2025). Atap Tongkonan dalam Perspektif Sains: Kajian Fisika dan Integral Berbasis Kearifan Lokal. *Jurnal FisTa: Fisika Dan Terapannya*, 6(1), 6–13. <https://doi.org/https://doi.org/10.53682/fista.v6i1.423>
- Tumanggor, A. M. R., Sarayar, W. N., Dumanaw, V. A., Tarigan, Y., & Manullang, D. R. (2025). Pembelajaran Fisika Berbasis Budaya: Integrasi Angklung terhadap Pemahaman Konsep Intensitas Bunyi. *Charm Sains Jurnal Pendidikan Fisika*, 6(2), 160–166. <https://doi.org/https://doi.org/10.53682/charmsains.v6i3.434>
- Umar, A. A., Setyawati, E., & Preambudi, A. (2023). Penerapan Transformasi Arsitektur Tradisional Buton pada Perancangan Cultural Center di Kabupaten Buton. *Archvisual: Jurnal Arsitektur Dan Perencanaan*, 3(1), 1–10. <https://doi.org/10.55300/archvisual.v3i1.1584>
- Umar, M. Z., & Sjamu, A. S. (2019). Pedoman Mengadaptasi Rumah Tradisional Buton pada Bangunan Kantor Pemerintah di Kota Baubau Provinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Malige Arsitektur*, 1(1), 36–43.