

Korespondensi Konteks Kepesantrenan dan Trigonometri pada Bahan Ajar: Analisis Etnomatematika

Muhammad Pascal Addaraqutni¹, Kintoko^{2*}, Padrul Jana³

^{1,2,3}Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas PGRI Yogyakarta
Jl. PGRI I Sonosewu No. 117, Ngestiharjo, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia

*kintoko@upy.ac.id

Received: 29 April 2026; Accepted: 24 Juni 2026; Published: 30 Juni 2026

Doi:10.15575/ja.v12i1.57482

Abstrak

Penelitian ini mengevaluasi keterkaitan konseptual antara konteks lingkungan pesantren dan konsep trigonometri dalam sebuah Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) serta mendeskripsikan penilaian ahli dan persepsi pengguna terhadap relevansi konteksnya. Penelitian menggunakan analisis konten kualitatif terhadap tiga kegiatan LKPD, dengan unit analisis berupa elemen konteks, elemen matematis, dan fungsi konteks dalam proses penyelesaian. Data deskriptif dari satu dosen ahli materi, 30 peserta didik, dan dua guru digunakan sebagai informasi pendukung. Hasil menunjukkan tiga pemetaan, yaitu rasio tangen pada bayangan tiang dan waktu Asar, aturan sinus pada jarak masjid-asrama, serta sudut elevasi pada pengukuran menara. Namun, korespondensi tersebut belum seluruhnya autentik secara etnomatematis. Model waktu Asar belum memasukkan bayangan kulminasi, model jangkauan azan mengabaikan faktor akustik, dan narasi Al-Battani memerlukan presisi historis. Ahli memberikan skor 28 dari 35 pada aspek kontekstual, sedangkan respons pengguna cenderung positif. Temuan menegaskan perlunya verifikasi ahli falak dan budaya pesantren agar integrasi konteks tidak hanya bersifat dekoratif.

Kata Kunci: Konteks Kepesantrenan; Trigonometri; Etnomatematika; Korespondensi Konseptual; Bahan Ajar.

Abstract

This study evaluated the correspondence between pesantren-related contexts and trigonometric concepts in a student worksheet and described expert judgment and user perceptions of contextual relevance. Qualitative content analysis was conducted on three worksheet activities, focusing on contextual elements, mathematical structures, and the function of each context in the solution process. Descriptive data from one material expert, 30 students, and two teachers were used as supporting information. The analysis identified three mappings: the tangent ratio in a flagpole-shadow problem related to Asr prayer time, the sine rule in a mosque-dormitory distance problem, and elevation angles in measuring a mosque minaret. However, the mappings were not equally authentic as ethnomathematical representations. The Asr model omitted the noon-shadow component, the call-to-prayer model disregarded acoustic factors, and the Al-Battani narrative required greater historical precision. The expert awarded 28 of 35 points for contextual quality, while users generally expressed positive perceptions. The findings highlight the need for validation

by Islamic astronomy and pesantren cultural experts to prevent contextual integration from remaining merely decorative.

Keywords: *Pesantren Context; Trigonometry; Ethnomathematics; Conceptual Correspondence; Teaching Materials.*

1. PENDAHULUAN

Pembelajaran trigonometri masih menghadapi persoalan ketika konsep rasio, sudut, dan pemodelan disajikan terutama melalui prosedur simbolik tanpa hubungan yang memadai dengan situasi yang dikenali peserta didik. Persoalan ini juga teramati secara spesifik di lingkungan pendidikan berbasis pesantren: Ramdhani et al. (2021) menunjukkan adanya hambatan belajar matematika di lingkungan pesantren yang berkaitan dengan perbedaan antara pengalaman belajar santri dan penyajian matematika formal. Dalam penelitian ini, etnomatematika tidak hanya dipahami sebagai penggunaan objek budaya dalam soal, tetapi sebagai upaya mengidentifikasi pengetahuan atau praktik matematis yang hidup dalam komunitas tertentu. Meskipun penelitian etnomatematika terus meningkat, kajian yang mengevaluasi apakah konteks dalam bahan ajar benar-benar membentuk struktur matematis atau hanya menjadi latar naratif masih terbatas. Potensi ini menjadi pijakan bagi pendekatan etnomatematika, yakni kajian yang menjembatani matematika formal dengan praktik budaya suatu komunitas, dengan asumsi dasar bahwa aktivitas matematis sesungguhnya telah hadir secara implisit dalam rutinitas masyarakat jauh sebelum direpresentasikan secara simbolik dalam pendidikan formal (Turmudi, 2017). Tren riset etnomatematika sendiri terus meningkat secara global dalam dua dekade terakhir, meski topik yang berkaitan dengan analisis masalah dan struktur matematis tertentu, alih-alih eksplorasi budaya secara umum, masih tergolong jarang diteliti (Tamur et al., 2023).

Beberapa istilah kunci perlu didefinisikan secara operasional agar cakupan penelitian ini jelas. Konteks kepesantrenan dalam penelitian ini merujuk pada aktivitas, rutinitas, dan artefak fisik yang lazim dijumpai di lingkungan pondok pesantren atau madrasah berbasis pesantren, seperti tiang bendera, seruan azan, dan menara masjid, tanpa mengasumsikan bahwa elemen tersebut otomatis merepresentasikan nilai (value) tertentu seperti kedisiplinan atau kebersamaan. Korespondensi konseptual didefinisikan sebagai kesesuaian struktural antara elemen konteks tersebut dengan konsep, variabel, dan operasi matematis Trigonometri yang menyertainya. Korespondensi ini bersifat integrasi substantif apabila elemen konteks berperan aktif membentuk struktur soal dan proses penyelesaian matematis, dan bersifat integrasi dekoratif apabila elemen tersebut hanya berfungsi sebagai bungkus naratif tanpa memengaruhi struktur matematisnya.

Riset etnomatematika berbasis konteks keislaman dan kepesantrenan telah cukup banyak dilakukan, namun umumnya berhenti pada dua fokus. Pertama, riset yang menyoroti proses berpikir siswa secara kualitatif ketika dihadapkan pada soal berkonteks islami, seperti Miftah et al. (2023) yang menemukan proses berpikir siswa madrasah menjadi lebih tajam pada konteks tersebut, namun tidak menguraikan secara eksplisit aktivitas pesantren mana yang berkorespondensi dengan konsep atau operasi matematis tertentu, dan mengapa korespondensi tersebut terbentuk. Kedua, riset pengembangan bahan ajar (R&D) yang melaporkan skor kelayakan produk secara gabungan tanpa mendokumentasikan secara eksplisit bagaimana korespondensi antara konteks budaya/keagamaan dan rumus matematis dirancang dan diuji, misalnya Armianti & Hidayati (2023) yang mengukur dampak desain pembelajaran trigonometri bernuansa etnomatematika Melayu Riau terhadap kecemasan matematis, dan Purwati et al. (2023) yang mengembangkan E-LKPD etnomatematika trigonometri dengan melaporkan validitas media, materi, dan budaya secara terpisah, namun tetap dilaporkan secara gabungan per aspek dan bukan per subkompetensi trigonometri spesifik.

Pada penelitian non-etnomatematika, Murtalib et al. (2021) juga mendemonstrasikan bahwa pendekatan kontekstual secara umum efektif meningkatkan prestasi belajar trigonometri, namun tanpa keterkaitan pada konteks budaya atau keagamaan tertentu. Richardo et al. (2020) telah mendemonstrasikan bahwa nilai-nilai Islam Nusantara dapat dipetakan ke konsep matematika

tertentu, tetapi kajiannya bersifat ilustratif-konseptual tanpa pengujian empiris atas pemetaan tersebut. Pola pemanfaatan etnomatematika sebagai pendekatan kontekstual juga konsisten teramati lintas domain budaya lain, mulai dari modul bernuansa Islam pada aritmetika sosial (Inayaturobbaniyah & Faizah, 2023), bahan ajar untuk siswa sekolah dasar (Purwanto et al., 2021), kerangka pembelajaran kontekstual bagi masyarakat adat (Nur et al., 2021), hingga tinjauan tren bibliometrik yang menegaskan pertumbuhan riset etnomatematika secara global (Tamur et al., 2023).

Dari pemetaan tersebut, gap yang melandasi penelitian ini adalah belum tersedianya analisis terfokus mengenai bagaimana aktivitas keseharian dan ibadah pesantren secara spesifik berkorespondensi dengan subkompetensi Trigonometri tertentu (rasio trigonometri, aturan sinus, dan sudut elevasi) secara terperinci, berbeda dari riset terdahulu yang mengukur dampak psikologis desain (Armianti & Hidayati, 2023), melaporkan kelayakan produk secara gabungan (Purwati et al., 2023), atau memetakan nilai keislaman secara ilustratif tanpa pengujian empiris (Richardo et al., 2020). Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis bentuk korespondensi antara konteks kepesantrenan dan konsep Trigonometri dalam sebuah bahan ajar (LKPD), serta mendeskripsikan penilaian ahli dan persepsi pengguna terhadap relevansi konteks yang digunakan.

Kebaruan penelitian ini terletak pada penyempitan fokus analisis pada irisan antara materi Trigonometri dan konteks kepesantrenan secara terperinci per subkompetensi, sekaligus memosisikan korespondensi konseptual itu sendiri, bukan produk bahan ajar atau dampak psikologisnya, sebagai unit analisis utama. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi metodologis berupa kerangka analisis korespondensi etnomatematika berbasis bahan ajar (LKPD) yang dapat direplikasi pada materi geometri lain di lingkungan pendidikan berbasis pesantren.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan teknik analisis konten (content analysis) sebagai metode utama, didukung oleh data kuantitatif sekunder sebagai bahan triangulasi. Pendekatan ini dipilih karena tujuan penelitian bukan untuk mengembangkan produk baru maupun mengukur kelayakan produk secara holistik menggunakan instrumen validasi kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan sekaligus (sebagaimana lazim dalam penelitian R&D), melainkan untuk menelaah pola korespondensi konseptual antara elemen konteks kepesantrenan dan struktur matematis trigonometri yang telah terintegrasi pada sebuah Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang telah dikembangkan dan diuji sebelumnya. Pendekatan eksploratif-dokumentatif semacam ini merupakan metode yang mapan dalam kajian etnomatematika, sebagaimana diterapkan Sugi & Soebagyo (2022) dalam eksplorasi etnomatematika pada situs Pemakaman Pahlawan di Labuhanbatu Utara, dan Rahma et al. (2026) dalam eksplorasi konsep geometri pada Tari Topeng Lengger Wonosobo melalui observasi dan dokumentasi. Tujuan spesifik analisis ini adalah mengidentifikasi bentuk dan ketepatan korespondensi antara elemen konteks kepesantrenan dan struktur matematis trigonometri pada LKPD. Analisis konten dilakukan oleh penulis pertama sebagai pengode utama menggunakan pedoman kategori analisis konten pada Tabel 1 sebagai instrumen utama, dan dikonsultasikan dengan penulis kedua dan ketiga selaku pembimbing penelitian untuk mencapai konsensus interpretasi.

Objek dan Sumber Data

Objek analisis dalam penelitian ini adalah LKPD Trigonometri Berbasis Kontekstual Terintegrasi Nilai Kepesantrenan, khususnya pada tiga kegiatan inti yang masing-masing memuat satu subkompetensi: (1) rasio trigonometri pada perhitungan bayangan tiang bendera, (2) aturan sinus pada analisis jangkauan suara azan antarbangunan asrama, dan (3) sudut elevasi pada pengukuran tinggi menara masjid. Data kuantitatif pendukung diperoleh secara sekunder dari dua instrumen yang telah divalidasi dan digunakan pada tahap pengembangan produk sebelumnya, yaitu: (a)

lembar validasi ahli materi pada aspek pendekatan kontekstual (7 butir penilaian dari 3 indikator, skor maksimal ideal 35), yang dinilai oleh satu validator ahli materi, yaitu Titis Sunanti, M.Si., seorang dosen program studi pendidikan matematika yang berperan sebagai ahli akademik, bukan guru praktisi di sekolah. Ketujuh butir tersebut secara rinci menilai: (1) kesesuaian permasalahan yang disajikan dengan realita lingkungan dunia nyata yang logis; (2) keterkaitan narasi soal dengan situasi fisik lingkungan sekitar yang mudah dibayangkan; (3) kesesuaian dan relevansi masalah dengan rutinitas keseharian di ekosistem madrasah/pesantren; (4) integrasi nilai-nilai aktivitas santri, meliputi ibadah, asrama, dan fasilitas, ke dalam masalah matematis; (5) kedekatan pengalaman peserta didik dengan contoh kasus yang diberikan pada setiap kegiatan; (6) sejauh mana LKPD secara aktif mendorong peserta didik memodelkan fenomena lingkungan pesantren; dan (7) variasi konteks kepesantrenan yang digunakan agar tidak monoton; dan (b) butir-butir spesifik dalam angket respons yang secara langsung mengukur persepsi kedekatan konteks kepesantrenan, yaitu butir nomor 4 pada angket peserta didik dan butir nomor 7-8 pada angket guru. Ketiganya menanyakan hal yang sama, yaitu apakah kasus atau konteks kepesantrenan yang disajikan dalam LKPD terasa dekat dengan keseharian responden dan mudah dibayangkan; perbedaannya, pernyataan ini dijawab dalam satu butir oleh peserta didik, sedangkan pada angket guru dijabarkan menjadi dua butir yang lebih rinci. Butir-butir ini diisi oleh 8 peserta didik pada uji coba skala kecil di MA Mafaza, 22 peserta didik pada uji coba skala besar di Madrasah Muallimin Muhammadiyah Yogyakarta, serta satu guru pendamping pada masing-masing tahap uji coba, yaitu Zulkaisi Dwi Pangarso, S.Pd., M.Sc. di MA Mafaza pada uji coba skala kecil, dan Muhammad Taffani, M.Pd. di Madrasah Muallimin Muhammadiyah Yogyakarta pada uji coba skala besar (total dua guru dari dua lokasi berbeda).

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui dua teknik. Pertama, teknik dokumentasi, yaitu menelaah seluruh halaman kegiatan inti LKPD (stimulus masalah, tahap *formulate*, *employ*, dan *interpret* pada setiap kegiatan) untuk mengidentifikasi unsur naratif dan visual yang merepresentasikan konteks kepesantrenan serta unsur matematis yang menyertainya. Kedua, teknik ekstraksi data sekunder, yaitu mengambil ulang skor pada bagian instrumen validasi ahli dan angket respons yang relevan dengan aspek kontekstual sebagaimana disebutkan di atas, tanpa melakukan pengambilan data primer baru.

Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan melalui dua tahap yang saling melengkapi.

Tahap pertama adalah analisis konten kualitatif. Unit analisis dalam penelitian ini adalah setiap kegiatan inti LKPD (3 unit), dengan sub-unit berupa tahapan *Formulate-Employ-Interpret* pada masing-masing kegiatan. Elemen yang dikodekan pada setiap unit dirangkum pada Tabel 1.

Tabel 1. Kategori Analisis Konten dan Definisi Operasional

Kategori	Definisi Operasional
Elemen Konteks Kepesantrenan	Objek fisik, aktivitas ibadah, atau peristiwa keseharian santri yang dimuat dalam narasi stimulus masalah
Elemen Matematis	Konsep, variabel, dan rumus Trigonometri yang dituntut untuk menyelesaikan masalah tersebut
Bentuk Korespondensi	Substantif (elemen konteks membentuk struktur soal dan memengaruhi proses penyelesaian matematis) atau Dekoratif (elemen konteks hanya berfungsi sebagai bungkus naratif)

Proses pengodean dilakukan oleh penulis pertama sebagai pengkode utama, kemudian dikonsultasikan dengan penulis kedua selaku pembimbing penelitian melalui diskusi peer debriefing hingga tercapai konsensus atas kategori dan bentuk korespondensi setiap unit. Perlu ditegaskan sebagai keterbatasan metodologis bahwa proses ini bukan pengodean independen oleh dua penilai dengan penghitungan koefisien reliabilitas antarpemilai, melainkan konsensus melalui diskusi. Keabsahan hasil analisis diupayakan melalui dua cara: (1) triangulasi dengan data kuantitatif sekunder pada tahap kedua, dan (2) penyediaan potongan visual dan narasi LKPD pada bagian Hasil dan Pembahasan agar pembaca dapat menelusuri ulang (audit trail) kesesuaian interpretasi penulis dengan dokumen sumber.

Tahap kedua adalah analisis data kuantitatif pendukung, yang menghitung persentase skor pada aspek dan butir kontekstual yang telah disebutkan menggunakan rumus persentase skor yang diperoleh dibagi skor maksimal ideal, dikali seratus persen. Hasil persentase pada skor validasi ahli dikategorikan mengikuti kriteria kevalidan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Interpretasi Tingkat Kevalidan (Arikunto, 1983)

Tingkat Pencapaian (%)	Kategori Kevalidan
81-100	Sangat Valid
61-80	Valid
41-60	Cukup Valid
21-40	Kurang Valid
0-20	Sangat Kurang Valid

Adapun hasil persentase pada butir angket persepsi kedekatan konteks tidak dikategorikan sebagai kepraktisan, melainkan sebagai tingkat persepsi relevansi konteks, mengikuti kriteria pada Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria Interpretasi Persepsi Relevansi Konteks

Tingkat Pencapaian (%)	Kategori Persepsi
81-100	Sangat Positif
61-80	Positif
41-60	Cukup Positif
21-40	Kurang Positif
0-20	Sangat Kurang Positif

Data kuantitatif ini diposisikan sebagai bukti pendukung (*triangulation*) yang memperkuat atau mengonfirmasi temuan kualitatif dari analisis korespondensi konseptual, bukan sebagai bukti independen atas validitas korespondensi tersebut. Skor pada aspek Pendekatan Kontekstual mencerminkan penilaian umum ahli terhadap kualitas kontekstual LKPD secara keseluruhan, dan tidak secara spesifik menilai ketepatan setiap korespondensi konseptual per kegiatan; demikian pula skor pada butir angket hanya mencerminkan persepsi pengguna terhadap kedekatan konteks, bukan derajat keaslian praktik tersebut di lingkungan pesantren.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Korespondensi pada Dimensi Ibadah (Kegiatan 1: Rasio Tangen dan Waktu Salat Asar)

Pada Kegiatan 1, LKPD menyajikan narasi bayangan tiang bendera madrasah yang dipetakan sebagai sisi-sisi segitiga siku-siku, dengan sudut elevasi matahari berperan sebagai sudut acuan rasio tangen.



(a) Stimulus Masalah bayangan tiang bendera



(b) tahap Formulate (sketsa segitiga siku-siku)



(c) tahap Employ dan Interpret (perhitungan rasio tangen dan penafsiran waktu Asar)

Gambar 1. Halaman Kegiatan 1 LKPD.

Sumber: LKPD Trigonometri Berbasis Kontekstual Terintegrasi Nilai Kepesantrenan (2026).

Sebagai ilustrasi konkret, instrumen tes literasi matematis meminta peserta didik menyusun sketsa dari deskripsi: tiang bendera setinggi 9 meter dengan sudut elevasi matahari 30° terhadap ujung bayangan di tanah (tahap Formulate); menghitung panjang bayangan menggunakan rasio tangen (tahap Employ); lalu memaknai hasilnya untuk menjawab pertanyaan ibadah apakah waktu salat Asar sudah masuk (tahap Interpret).

Analisis terhadap ketepatan konteks keagamaan pada kegiatan ini menemukan bahwa penyederhanaan yang digunakan, yaitu mempersamakan masuknya waktu Asar dengan kondisi panjang bayangan sama dengan tinggi tiang, belum sepenuhnya merepresentasikan kriteria fikih yang berlaku. Mayoritas mazhab (Syafi'i, Maliki, Hanbali) serta kriteria yang dipedomani Kementerian Agama RI menetapkan awal waktu Asar ketika panjang bayangan benda sama dengan tinggi benda tersebut ditambah panjang bayangan pada saat matahari berkulminasi (tengah hari), bukan semata-mata sama dengan tinggi benda itu sendiri (Faiz, 2025; Mutiara & Arrohmahan, 2024; Rahmadani, 2018). Bayangan saat kulminasi ini bervariasi menurut musim dan lintang tempat, sehingga tanpa memperhitungkannya hasil dapat menyimpang dari waktu Asar sesungguhnya. Dengan demikian, Kegiatan 1 lebih tepat diposisikan sebagai model pembelajaran yang disederhanakan untuk memperkenalkan prinsip dasar hubungan sudut elevasi dan bayangan, bukan representasi utuh algoritma penentuan waktu Asar secara syar'i-astronomis. Koreksi ini perlu dicantumkan eksplisit pada revisi LKPD berikutnya, idealnya ditinjau ahli ilmu falak.

Terlepas dari keterbatasan tersebut, pemanfaatan konteks ibadah sebagai jangkar pembelajaran ini sejalan dengan temuan Miftah et al. (2023) bahwa proses berpikir siswa madrasah menjadi lebih tajam pada soal berkonteks islami, memperkuat proposisi Richardo et al. (2020) bahwa nilai-nilai Islam Nusantara dapat dipetakan bermakna ke konsep matematika tertentu, dan konsisten dengan tradisi kajian yang menghubungkan struktur geometris dengan nilai-nilai keislaman, seperti eksplorasi geometri sarang lebah sebagai simbol kesempurnaan dalam Al-Qur'an oleh Priandini et al. (2025). Namun, ketepatan pemodelan pada dimensi ini belum diverifikasi melalui instrumen khusus yang menilai korespondensi ini secara terpisah, sehingga klaimnya bersifat indikatif.

B. Korespondensi pada Dimensi Sosial (Kegiatan 2: Aturan Sinus dan Jangkauan Suara Azan)

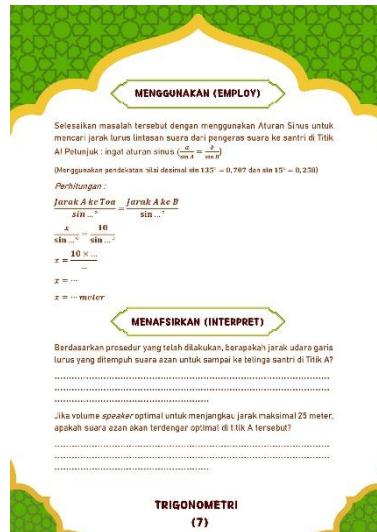
Pada Kegiatan 2, posisi menara pengeras suara dan dua titik pendengar di asrama putra-putri dipetakan sebagai tiga titik segitiga sembarang yang diselesaikan dengan aturan sinus.



(a) Stimulus Masalah jangkauan azan



(b) tahap Formulate (sketsa posisi menara dan titik pendengar)



(c) tahap Employ dan Interpret (perhitungan aturan sinus dan penafsiran jangkauan suara)

Gambar 2. Halaman Kegiatan 2 LKPD

Sumber: LKPD Trigonometri Berbasis Kontekstual Terintegrasi Nilai Kepesantrenan (2026).

Instrumen tes menyajikan skenario: jarak asrama putra ke masjid 15 meter, sudut 60 derajat di asrama putra dan 45 derajat di asrama putri; peserta didik menghitung jarak asrama putri ke masjid, lalu menafsirkan hasilnya terhadap spesifikasi jangkauan maksimal alat pengeras suara (25 meter).

Perlu ditegaskan bahwa perhitungan ini adalah model geometris sederhana yang mengasumsikan ruang terbuka tanpa penghalang. Jangkauan efektif suara azan sesungguhnya juga dipengaruhi kekuatan dan arah pengeras suara, bangunan penghalang, kebisingan lingkungan, dan angin, yaitu faktor-faktor non-geometris yang tidak tercakup dalam perhitungan trigonometri semata. LKPD perlu menyatakan batasan asumsi ini secara eksplisit agar peserta didik tidak menyimpulkan jarak geometris setara jangkauan suara aktual. Fungsi sosial-dakwah azan sebagai jangkar konteks ini melengkapi ranah ibadah personal pada Kegiatan 1, sejalan dengan temuan Maharaj & Sunzuma (2020) di Zimbabwe bahwa etnomatematika dapat terintegrasi dalam berbagai peran, yaitu sebagai materi ajar, sumber belajar, maupun konteks pembelajaran.

C. Korespondensi pada Dimensi Arsitektural dan Sejarah Keilmuan (Kegiatan 3: Sudut Elevasi, Tinggi Menara, dan Al-Battani)

Pada Kegiatan 3, pengukuran tinggi menara masjid dengan klinometer menuntut penjumlahan hasil trigonometris dengan tinggi badan pengamat.

KEGIATAN 3
SUDUT ELEVASI & TINGGI TOTAL BANGUNAN

INFO SINGKAT: MENGGUNAKAN TANGEN (TAN)

Sebelum masuk ke masalah utama, perhatikan contoh mini berikut:
Jika jarak horizontal kamu berdiri ke sebuah pohon adalah 5 meter, dan kamu melihat puncak pohon dengan sudut elevasi 45° , maka tinggi pohon (sejajar mata) dapat dicari dengan rumus: $\tan 45^\circ = \frac{\text{Tinggi Pohon (Dijawab)}}{\text{Jarak (Diketahui)}}$

STIMULUS MASALAH

Dalam praktik lapangan ekstraterestrial sains, seorang santri ditugaskan untuk mengkalulasi total tinggi menara masjid madrasah dari tanah.

Santri tersebut berdiri memegang alat klinometer sejauh 15 meter (horizontal) dari titik dasar menara. Saat membidik puncak menara, didapat sudut elevasinya adalah 60° .

Diketahui tinggi badan santri tersebut dari ujung kaki hingga ke batas mata pengamat adalah 1,6 meter.

TRIGONOMETRI
(9)

(a) Stimulus Masalah pengukuran menara masjid dengan klinometer

MERUMUSKAN (FORMULATE)

Berdasarkan narasi di atas, uraikan informasi matematisnya dengan menuliskan apa yang Diketahui dan apa yang Ditanyakan!

Diketahui:

.....

Ditanyakan:

.....

Ubah situasi di atas menjadi sketsa matematika. Pisahkan secara jelas antara garis jarak horizontal (15m), tinggi dari batas mata pengamat ke puncak menara (sisi depan), tinggi pengamat (1,6m), dan letak sudut 60° .

TRIGONOMETRI
(10)

(b) tahap Formulate (sketsa sudut elevasi dan tinggi pengamat)

MENGGUNAKAN (EMPLOY)

Hitunglah tinggi menara terukur (h) yang dimulai dari batas garis pandang horizontal mata pengamat terlebih dahulu menggunakan nilai Tangen!

Perhitungan:

$$\tan 60^\circ = \frac{y}{\text{jarak horizontal}}$$

$$\dots = \frac{y}{15}$$

$$y = 15 \times \dots$$

$$y = \dots \text{ meter} \quad (\text{Gunakan nilai } \sqrt{3} \approx 1,73)$$

MENAFSIRKAN (INTERPRET)

Berdasarkan nilai y yang telah kamu temukan, apakah angka tersebut merupakan tinggi menara yang sesungguhnya?

.....

Tafsirlah kembali dan hitunglah tinggi total menara masjid dari permukaan tanah! Mengapa tinggi badan (batas mata) pengamat memengaruhi hasil akhir? Jelaskan!

.....

TRIGONOMETRI
(11)

(c) tahap Employ dan Interpret (koreksi kesimpulan keliru dan perhitungan tinggi total menara)

Gambar 3. Halaman Kegiatan 3 LKPD

Sumber: LKPD Trigonometri Berbasis Kontekstual Terintegrasi Nilai Kepesantrenan (2026).

Instrumen tes menyajikan kasus: santri berjarak 12 meter dari menara, sudut elevasi 60 derajat, tinggi mata pengamat 1,5 meter; peserta didik mengoreksi kesimpulan keliru seorang santri fiktif yang lupa menambahkan tinggi pengamat (20,76 meter), sehingga tinggi total yang benar adalah 22,26 meter. LKPD juga memuat narasi Tokoh Inspirasi Al-Battani sebagai elemen epistemologis pendukung.

Perlu dikoreksi penyebutan Al-Battani sebagai ilmuwan Muslim perumus trigonometri, karena perkembangan trigonometri melibatkan kontribusi banyak ilmuwan lintas peradaban (Yunani, India, hingga dunia Islam) selama berabad-abad. Al-Battani lebih tepat diposisikan sebagai salah satu ilmuwan Muslim yang memberikan kontribusi penting terhadap pengembangan dan penerapan trigonometri untuk perhitungan astronomis (ilmu falak), bukan satu-satunya perumus cabang ilmu tersebut. Penekanan pada masjid sebagai objek ukur, dilengkapi narasi sejarah keilmuan, memperkuat dimensi epistemologis korespondensi ini dan sejalan dengan pendekatan dokumentasi visual-naratif sebagaimana ditelusuri Ida (2023) pada motif Batik Pandeglang.

Ketiga dimensi di atas menunjukkan bahwa LKPD yang dianalisis menyentuh lebih dari satu ranah relevansi konteks kepesantrenan secara bersamaan, meski masing-masing memerlukan koreksi akurasi kontekstual sebagaimana diuraikan.

Data Kuantitatif Pendukung

Aspek Pendekatan Kontekstual pada lembar validasi ahli materi memperoleh skor 28 dari 35 (80%, kategori Valid) dari satu validator ahli materi, mencerminkan penilaian umum kualitas kontekstual LKPD, bukan penilaian spesifik atas ketepatan setiap korespondensi pada dimensi A sampai C di atas. Pada angket respons, butir kedekatan konteks kepesantrenan memperoleh 77,5% (Positif) pada uji skala kecil dan 82,7% (Sangat Positif) pada uji skala besar dari peserta didik; dari guru, 90% (Sangat Positif) di MA Mafaza dan 70% (Positif) di Madrasah Muallimin (satu guru per lokasi, rata-rata gabungan 80%). Skor-skor ini mencerminkan persepsi pengguna terhadap kedekatan konteks, bukan derajat keaslian praktik tersebut di lapangan pesantren.

Tabel 4. Data Kuantitatif Pendukung Persepsi Relevansi Konteks Kepesantrenan

Sumber Data	Skor/Persentase	Kategori
Validasi Ahli Materi (aspek Pendekatan Kontekstual)	28/35 (80%)	Valid
Angket Peserta Didik - Skala Kecil	77,5%	Positif
Angket Peserta Didik - Skala Besar	82,7%	Sangat Positif
Angket Guru - MA Mafaza	90%	Sangat Positif
Angket Guru - Madrasah Muallimin	70%	Positif

Sintesis

Temuan ini mendukung proposisi Richardo et al. (2020), sekaligus memperluasnya dengan menjadikan korespondensi konseptual, bukan produk atau dampak psikologisnya, sebagai unit analisis, berbeda dari Purwati et al. (2023) dan Armiati & Hidayati (2023). Skor 80% pada aspek kontekstual berada pada kisaran serupa dengan capaian validitas materi pada penelitian sejenis (Purwati et al., 2023); kemiripan ini adalah catatan awal, bukan bukti pola umum, karena instrumen dan konteks budaya keduanya berbeda.

Pendekatan analisis konten ini sejalan dengan Ida (2023) dari sisi metodologis, serta dengan tradisi eksplorasi etnomatematika berbasis dokumentasi visual-naratif dan observasi yang lebih luas, seperti eksplorasi geometri pada Tari Topeng Lengger Wonosobo (Rahma et al., 2026) dan eksplorasi etnomatematika pada situs Pemakaman Pahlawan (Sugi & Soebagyo, 2022). Namun perlu ditegaskan sebagai keterbatasan: penelitian ini adalah etnomatematika berbasis analisis dokumen (bahan ajar), bukan etnomatematika lapangan penuh; sumber data primer adalah desain LKPD itu sendiri, bukan observasi atau wawancara langsung dengan santri atau pengasuh mengenai keaslian praktik. Klaimnya dibatasi pada korespondensi konseptual desain-struktur matematis, bukan derajat lived practice di lapangan.

Perbedaan skor guru (90% berbanding 70%) diduga berkaitan dengan karakteristik populasi pengguna, yaitu MA Mafaza yang lebih homogen dan Madrasah Muallimin yang lebih heterogen secara nasional, namun dugaan ini belum diuji langsung dan perlu penelitian lanjutan.

Secara keseluruhan, tipologi tiga dimensi ini menunjukkan kemiripan pola dengan tiga bentuk integrasi etnomatematika Maharaj & Sunzuma (2020) di Zimbabwe, serta konsisten dengan pola integrasi konteks lokal-budaya pada studi lain seperti penguatan hasil belajar madrasah ibtidaiyah melalui nilai kearifan lokal (Mahmudah & Arif, 2022), etnomatematika sebagai sumber belajar di TIFA Yapen (Yeni D. Fonataba et al., 2023), dan pengembangan multimedia interaktif berbasis etnomatematika (Kariadinata et al., 2023), yang menjadi titik awal menarik untuk penelitian lanjutan, meski generalisasi lintas budaya memerlukan pengujian tersendiri dan tidak dapat disimpulkan dari satu bahan ajar ini saja.

4. SIMPULAN

Merespons gap yang diidentifikasi pada Pendahuluan, yaitu belum tersedianya analisis terperinci atas korespondensi antara konteks kepesantrenan dan subkompetensi Trigonometri tertentu, penelitian ini mengidentifikasi tiga bentuk korespondensi konseptual pada LKPD yang dianalisis: dimensi ibadah (rasio tangen pada bayangan tiang bendera untuk penentuan waktu salat Asar), dimensi sosial (aturan sinus pada jangkauan suara azan antarbangunan asrama), dan dimensi arsitektural-epistemologis (sudut elevasi pada tinggi menara masjid disertai narasi kontribusi keilmuan Al-Battani). Ketiganya menunjukkan bahwa aktivitas keseharian dan ibadah pesantren dapat dipetakan secara koheren ke dalam struktur konseptual Trigonometri, meskipun ditemukan penyederhanaan yang perlu dikoreksi pada revisi bahan ajar berikutnya: kriteria fikih waktu Asar belum memperhitungkan bayangan saat kulminasi matahari, model jangkauan azan mengabaikan faktor non-geometris, dan narasi Al-Battani perlu diposisikan lebih presisi sebagai salah satu ilmuwan yang berkontribusi pada perkembangan trigonometri, bukan sebagai perumus tunggalnya.

Penilaian ahli materi terhadap aspek pendekatan kontekstual berkategori valid, dan persepsi pengguna terhadap relevansi konteks kepesantrenan positif hingga sangat positif pada kedua tahap uji coba, namun keduanya berfungsi sebagai bukti pendukung, bukan bukti independen, mengingat penelitian ini bersifat etnomatematika berbasis analisis dokumen bahan ajar, bukan etnomatematika lapangan penuh yang melibatkan observasi atau wawancara langsung dengan santri maupun pengasuh pesantren. Dengan keterbatasan tersebut, tujuan penelitian untuk menganalisis bentuk korespondensi serta mendeskripsikan penilaian ahli dan persepsi pengguna telah tercapai dalam cakupan yang dibatasi ini. Koreksi kontekstual yang teridentifikasi, khususnya kriteria waktu Asar, perlu ditindaklanjuti melalui tinjauan ahli ilmu falak dan ahli budaya pesantren disertai konfirmasi lapangan langsung, sementara tipologi tiga dimensi korespondensi ini dapat dijadikan kerangka awal bagi penelitian lanjutan yang menganalisis pemetaan konteks-matematika pada materi geometri lain di lingkungan pendidikan berbasis pesantren.

Referensi

- Arikunto, S. (1983). *Prosedur penelitian: suatu pendekatan praktik*. PT. Bina Aksara, Jakarta. <https://books.google.co.id/books?id=6PKbAQAACAAJ>
- Armianti, A., & Hidayati, I. (2023). Desain Pembelajaran Trigonometri Berbasis Contextual Teaching and Learning Bernuansa Etnomatematika Melayu Riau. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 12(1), 625. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i1.6289>
- Faiz, A. (2025). *Waktu Shalat & Fajar (Syar'i, Hisabi, & Observasi)*. IAIN Parepare Nusantara Press.
- Ida, I. (2023). Mathematics Learning Based on Batik Pandeglang Etnomatics Towards Geometry Transformation Learning Materials. *Jurnal Visi Ilmu Pendidikan*, 15(1), 1. <https://doi.org/10.26418/jvip.v15i1.54919>
- Inayaturobbaniyah, I., & Faizah, S. (2023). Pengembangan Modul Pembelajaran Matematika Bernuansa Islam melalui Pendekatan Kontekstual pada Materi Aritmetika Sosial. *Kognitif: Jurnal Riset HOTS Pendidikan Matematika*, 3(2), 72–85. <https://doi.org/10.51574/kognitif.v3i2.866>
- Kariadinata, R., Milah, A. M., & Sugilar, H. (2023). Development of Interactive Augmented Reality Multimedia Based on Ethnomatematics. *Jurnal Analisa*, 9(1), 22–36. <https://doi.org/10.15575/ja.v9i1.26032>
- Maharaj, A., & Sunzuma, G. (2020). Exploring Zimbabwean Mathematics Teachers' Integration Of Ethnomatematics Approaches Into The Teaching And Learning Of Geometry. In *Australian Journal of Teacher Education* (Vol. 45, Number 7). <https://ro.ecu.edu.au/ajte> Retrieved from <https://ro.ecu.edu.au/ajte/vol45/iss7/5> <https://ro.ecu.edu.au/ajte/vol45/iss7/5>
- Mahmudah, U., & Arif, S. (2022). Etnomatematika Sebagai Inovasi Pembelajaran dalam Mengintegrasikan Nilai Kearifan Lokal dan Konsep Matematika untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Madrasah Ibtidaiyah. *Cakrawala Jurnal Manajemen Pendidikan Islam Dan Studi Sosial*, 6(2), 173–183. <https://doi.org/10.33507/cakrawala.v6i2.1041>
- Miftah, R., Kurniawati, L., Herman, T., Muin, A., & Kadir. (2023). Students' Thinking Process in Solving Mathematical Literacy Problems in Islamic Contexts. *Mathematics Education Journal*, 17(2), 225–246. <https://doi.org/10.22342/jpm.17.2.19042.225-246>
- Murtalib, M., Dusalana, D., Marweli, M., & Rohana, R. (2021). Penerapan Pendekatan Kontekstual pada Materi Pokok Trigonometri untuk Meningkatkan Prestasi Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Indonesia (JPPI)*, 1(1), 22–29. <https://doi.org/10.53299/jppi.v1i1.22>
- Mutiara, S., & Arrohmahan, A. (2024). Role of Islamic Religious Education Teachers in Teaching Prayer Times: A Fiqh and Astronomical Perspective. *Journal Corner of Education, Linguistics, and Literature*, 4(001), 701–710. <https://doi.org/10.54012/jcell.v4i001.475>
- Nur, A. S., Waluya, S. B., Kartono, K., & Rochmad, R. (2021). Ethnomatematics Perspective and Challenge as a Tool of Mathematical Contextual Learning for Indigenous People. *International Journal on Emerging Mathematics Education*, 5(1), 1. <https://doi.org/10.12928/ijeme.v5i1.17072>
- Priandini, S., Wahyuni, S. A., Susilawati, W., & Ariany, R. L. (2025). Sarang Lebah Sebagai Simbol Kesempurnaan Geometri Dalam Alquran. *Jurnal Analisa*, 11(1), 35–46. <https://doi.org/10.15575/ja.v11i1.44256>
- Purwanto, E., Rochmiyati, R., & Nurhanurawati, N. (2021). Ethno mathematics-based teaching materials for elementary school students. *International Journal of Educational Studies in Social Sciences (IJESSS)*, 1(3). <https://doi.org/10.53402/ijesss.v1i3.30>
- Purwati, K. R., Sumandya, W., Risky, P., & Putri, S. (2023). *E-LKPD Berbasis Etnomatematika Pada Materi Trigonometri*. 6(1). <https://doi.org/10.30605/proximal.v5i2.2122>
- Rahma, R., Aulia, I., Assagafi, S., & Kusuma, A. (2026). *Eksplorasi Konsep Geometri pada Tari Topeng Lengger Wonosobo melalui Pendekatan Etnomatematika*. <https://doi.org/10.15575/ja.v12i1.53101>
- Rahmadani, D. (2018). *Telaah Rumus Perhitungan Waktu Salat: Tinjauan Parameter dan Algoritma*. <https://doi.org/10.30596/jam.v4i2.2442>

- Ramdhani, S., Suryadi, D., Prabawanto, D. S., Kunci:, K., Didaktik, H., Epistemologi, H., & Ontogenik, H. (2021). Hambatan belajar matematika di pondok pesantren. *Jurnal Analisa*, 7(1), 46–55. <http://journal.uinsgd.ac.id/index.php/analisa/index>
- Richardo, R., Anis Abdullah, A., Martyanti, A., Alin Sholihah, D., Nurshanti, W., & Suhartini, S. (2020). Learning mathematics through Islamic Nusantara culture: An ethnomathematics study in Indonesia Article History. *Ethnomathematics Journal*, 1(1), 30–35. <http://journal.uny.ac.id/index.php/ethno>
- Sugi, S., & Soebagyo, J. (2022). Ethnomathematics Exploration of Cemetery of Heroes in City Kampung Mesjid Labuhanbatu Utara. *Jurnal Analisa*, 8(2), 142–151. <https://doi.org/10.15575/ja.v8i2.19182>
- Tamur, M., Wijaya, T., Nurjaman, A., Siagian, M., & Perbowo, K. (2023, May 22). *Ethnomathematical Studies in the Scopus Database Between 2010-2022: A Bibliometric Review*. <https://doi.org/10.4108/eai.21-10-2022.2329666>
- Turmudi. (2017, August 12). Ethnomathematics: Apa Mengapa dan Bagaimana Implementasi Dalam Pembelajaran Matematika di Kelas. *Seminar Nasional Matematika Dan Pendidikan Matematika Progam Studi Pendidikan Matematika Universitas PGRI Semarang*.
- Yeni D. Fonataba, Ronaldo Kho, Bettisari Napitupulu, Irfan Wahyudi, & Happy Lumbantobing. (2023). Ethnomathematics at TIFA Yapen as A Source for Learning Mathematics. *Hipotenusa: Journal of Mathematical Society*, 5(2), 132–146. <https://doi.org/10.18326/hipotenusa.v5i2.536>