

IMPLEMENTASI PENDEKATAN ETNO-STEM UNTUK PERKEMBANGAN LOGICAL-MATHEMATICAL INTELLIGENCE BERKELANJUTAN DI ERA 4.0

Dini Aprida*, Annisa Fitri

Pendidikan IPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lambung Mangkurat,
Banjarmasin, Kalimantan Selatan, Indonesia

Submit : 23 September 2025

Accepted : 10 November 2025

Publish : 11 November 2025

*Corresponding author: diniaprida20@gmail.com

Abstrak

Perkembangan abad ke-21 mempengaruhi semua aspek kehidupan, termasuk pendidikan. Kecerdasan logis-matematis, yaitu kemampuan memahami, mengkomunikasikan, dan menerapkan konsep ilmiah dalam kehidupan sehari-hari, menjadi kunci keberhasilan dalam menghadapi tantangan era ini. Penelitian ini menganalisis keberhasilan pembelajaran dengan pendekatan etno-STEM di era 4.0 untuk mengembangkan kecerdasan logis-matematis melalui studi kepustakaan. Integrasi pengetahuan berbasis kearifan lokal dalam pendidikan sains membantu pendidik, pembuat kebijakan, dan peneliti memahami tren terkini. Metode studi kepustakaan kualitatif digunakan, dengan data dari 35 sumber dari tahun 2014 hingga 2024. Analisis mencakup identifikasi subjek, objek, tujuan penelitian, dan dampaknya pada kecerdasan logis-matematis peserta didik. Hasil penelitian menunjukkan penerapan etno-STEM efektif dalam mengembangkan kecerdasan logis-matematis, dengan kemampuan pemahaman konseptual, literasi matematis, dan berpikir kritis yang berkembang. Mayoritas penelitian menunjukkan hubungan positif antara etno-STEM dan perkembangan kecerdasan logis-matematis, dengan kriteria efek sedang hingga tinggi dan persentase rata-rata 67,9%. Implementasi etno-STEM membantu guru mengembangkan kecerdasan logis-matematis sambil mempertahankan pengetahuan berbasis kearifan lokal sebagai tren berkelanjutan di era industri 4.0.

Kata kunci: : Berpikir kritis, etno-STEM, kecerdasan logis-matematis, literasi matematis, pemahaman konseptual.

PENDAHULUAN

Abad ke-21, Indonesia telah memasuki era digitalisasi atau revolusi industri 4.0. Revolusi industri 4.0 adalah suatu kondisi semakin majunya teknologi di berbagai bidang yang membawa pengaruh besar dalam kehidupan manusia. Revolusi industri 4.0 melibatkan perpaduan antara teknologi fisik dan digital melalui analitik, kecerdasan buatan (artificial intelligence), teknologi kognitif, dan Internet of Things (IoT), new materials, big data, robotics, cloud computing, additive manufacturing 3D printing, nanotech & biotech, maupun e-learning. Akibatnya, banyak aktivitas manusia yang melibatkan teknologi dan mengalami perubahan signifikan di berbagai bidang, termasuk pendidikan. Perubahan ini tidak dapat dipungkiri oleh siapapun sehingga masyarakat perlu beradaptasi untuk menghadapi perkembangan teknologi secara tepat (Mardhiyah, et al., 2021).

Menristekdikti, Mohamad Nasir, menyatakan bahwa tantangan era industri 4.0 harus segera dihadapi karena akan mengganggu berbagai aktivitas manusia, termasuk IPTEK. Pernyataan ini disampaikan pada pembukaan Rapat Kerja Nasional Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi 2018 di Universitas Sumatera Utara. Pesatnya perkembangan IPTEK mengharuskan peserta didik memiliki keterampilan 4C: critical thinking, collaboration, communication, dan creativity. Selain itu, pendidikan harus mempersiapkan peserta didik menjadi pembelajar sepanjang hayat untuk menghadapi kemajuan teknologi dan perubahan dunia kerja. Ciri-ciri pembelajaran abad 21 meliputi: berpikir kritis, kemampuan memecahkan masalah, komunikasi, kreativitas, kolaborasi, inovasi, literasi digital, media baru, TIK, serta inisiatif yang adaptif dan fleksibel. Dengan keterampilan ini, generasi muda dapat lebih siap menghadapi tantangan masa depan yang dinamis dan kompleks.

Tujuan pembangunan berkelanjutan (Sustainable Development Goals) mencakup pembangunan ekonomi, lingkungan, dan sosial (Amymie, 2017). Untuk mewujudkannya, pendidikan berperan penting dalam memberikan pemahaman, sikap, dan keterampilan yang mendukung pembangunan berkelanjutan (Vioreza et al., 2023). PBB menyoroti peran penting pendidikan ini, sehingga UNESCO membentuk Education for Sustainable Development (ESD), yang mengajarkan prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan (Ekantini & Wilujeng, 2018). Melalui ESD, peserta didik didorong untuk memiliki kesadaran lingkungan dan gaya hidup berkelanjutan, yang bergantung pada kurikulum dan peran pendidik (Utami et al., 2021).

ESD digunakan sebagai rujukan untuk pendidikan berkualitas secara global, salah satunya melalui penetapan kurikulum. Guna mencapai pendidikan berkualitas, sistem pendidikan di Indonesia telah dilakukan beberapa kali perubahan kurikulum (Marisa, 2021). Perubahan kurikulum yang dirasakan salah satunya adalah kurikulum 2013 yang berganti menjadi kurikulum merdeka. Kemendikbudristek, Nomor 56/M/2022 tentang pedoman penerapan Kurikulum Merdeka dalam rangka pemulihan pembelajaran, menyoroti pentingnya pembelajaran sepanjang hayat dan berkelanjutan (Vioreza et al., 2023). Kurikulum Merdeka lebih menekankan pada pembelajaran berbasis proyek hal ini dapat dilakukan salah satunya melalui pendekatan etno-STEM (Sulaeman et al., 2022). Etno-STEM (Science, Technology, Engineering, dan Mathematics) menggabungkan sains, teknologi, teknik, dan matematika dengan kearifan lokal, memiliki potensi besar untuk mendukung pembangunan berkelanjutan di Indonesia.

Indonesia adalah negara dengan keragaman etnis, budaya, dan agama (Pitoyo, et al., 2018). Keberagaman ini bisa diintegrasikan ke dalam pembelajaran sains melalui pendekatan etno-STEM, menghubungkan pengetahuan lokal dengan STEM (Setiawan et al., 2017). Dibandingkan negara Barat, Indonesia masih kurang dalam pendidikan sains yang terkait dengan budaya lokal (Nisaâ, et al., 2015). Penerapan etno-STEM dapat menjadi alternatif bagi pendidik untuk

mengajarkan sains secara seimbang dan melestarikan pengetahuan lokal. Selain itu, pendekatan etno-STEM juga memenuhi kriteria ESD, melibatkan masyarakat dalam menemukan solusi masalah lingkungan, dan mengintegrasikan kearifan serta budaya lokal dengan pembelajaran global (Mochtar, et al., 2014).

Setiap aspek dari etno-STEM memiliki ciri khas yang membedakannya. Menurut Setiawan et al. (2020), empat ciri tersebut adalah: (1) science, yaitu kemampuan memahami dunia alam melalui pengetahuan ilmiah; (2) technology, yaitu pemahaman penggunaan, pengembangan, dan dampak teknologi baru; (3) engineering, yaitu kemampuan mengembangkan teknologi melalui rekayasa/desain dengan integrasi tema pelajaran berbasis proyek; dan (4) mathematics, yaitu kemampuan menganalisis, merumuskan, menafsirkan, dan mengomunikasikan solusi untuk berbagai masalah. Penerapan etno-STEM secara umum dalam pembelajaran berpotensi mendorong peserta didik merancang, mengembangkan, dan memanfaatkan teknologi, mempertajam keterampilan kognitif, manipulatif dan afektif, serta menerapkan pengetahuan yang terintegrasi. Pendekatan etno-STEM mengajarkan peserta didik menggunakan pengetahuan mereka untuk mendesain dan memanfaatkan teknologi dalam memecahkan masalah lingkungan (Riyanto et al., 2021). Sains, coding, dan robotika yang relevan dengan era masyarakat 4.0 dan 5.0 dapat dihubungkan dengan etno-STEM, sehingga membantu peserta didik mempelajari sains dan matematika secara inovatif.

Matematika, sebagai ilmu dasar, sangat penting dalam kehidupan sehari-hari dan perkembangan ilmu pengetahuan serta teknologi. Tingginya tuntutan terhadap kemampuan matematika mencakup berhitung, berpikir logis, memecahkan masalah secara kritis, dan mencari pola. Menurut Mukarromah (2019), kecerdasan logis-matematis adalah gabungan dari perhitungan dan penalaran sistematis, dan perbedaan kecerdasan ini di setiap peserta didik memengaruhi kemampuan mereka dalam memecahkan masalah. Menurut Syarifah (2019), manusia memiliki sembilan macam kecerdasan, salah satunya adalah kecerdasan logis-matematis, yang umum dimiliki oleh ahli matematika, ilmuwan, programmer, dan ahli logika. Kecerdasan ini berkaitan dengan kemampuan menggunakan angka dan logika secara efektif. Menurut Lunenburg et al. (2014), kecerdasan logis-matematis adalah sensitivitas terhadap pola logis atau numerik dan kemampuan untuk memproses rantai pemikiran yang panjang. Thomas Armstrong menyebut kecerdasan ini sebagai kepekaan terhadap pola logis atau numerik dan kapasitas untuk mencernanya, serta kemampuan untuk memproses alur pemikiran, dengan bahasa komputer sebagai sistem simbolnya (Syarifah, 2019). Indikator kecerdasan logis-matematis dalam penelitian ini didasarkan pada indikator yang dikembangkan oleh Howard Gardner yaitu:

- a. Memiliki kemampuan untuk melakukan perhitungan
- b. Mampu mengukur pengelompokan angka
- c. Mampu memahami pola hubungan matematis
- d. Mampu memeriksa dan menarik suatu kesimpulan
- e. Mampu memahami masalah dan menyusun strategi untuk menyelesaikannya.

Internet of Things (IoT) mengubah interaksi manusia dengan teknologi, menjadikan koneksi krusial untuk ide-ide baru di berbagai bidang seperti rumah pintar, industri, kesehatan, dan transportasi (Serror, et al., 2021). Untuk mempersiapkan generasi di era revolusi industri 4.0, IoT harus dimanfaatkan dalam pembelajaran etno-STEM guna untuk mengembangkan kecerdasan logis-matematis (Mude, et al., 2021). IoT didefinisikan oleh IEEE sebagai jaringan di mana setiap objek memiliki sensor yang terhubung dengan internet (Nahdi, et al., 2021). IoT

berguna dalam kehidupan sehari-hari, termasuk mengelola transportasi online, e-learning, layanan online, live streaming, pelacakan GPS, dan aplikasi sederhana (Putra, et al., 2020).

Penelitian oleh Priyani dan Nawawi (2020) menemukan peningkatan keterampilan proses sains pada siswa SD setelah penerapan pembelajaran etno-STEM berbantu mikroskop digital sederhana. Putri et al. (2024) juga menemukan bahwa pembelajaran etno-STEM berbasis kearifan budaya lokal meningkatkan kemampuan berpikir kritis. Marufi et al. (2021) melaporkan bahwa pemahaman matematika siswa kelas 5 SD meningkat signifikan setelah penerapan pendekatan etno-STEM. Isnaniah dan Masniah (2022) menunjukkan bahwa pembelajaran fisika terintegrasi dengan kearifan lokal dapat meningkatkan kreativitas, berpikir kritis, dan hasil belajar siswa. Pendekatan kontekstual ini juga membantu mengembangkan keterampilan abad ke-21 dengan mengintegrasikan literasi, pengetahuan, keterampilan, dan teknologi.

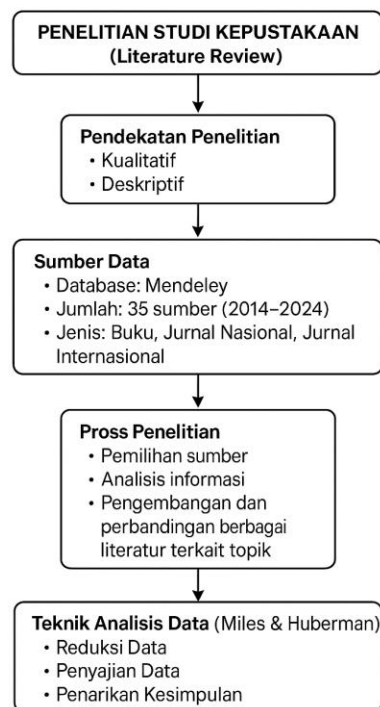
Tujuan dari artikel ini untuk melihat bagaimana pendekatan etno-STEM digunakan di era 4.0 untuk mengembangkan kecerdasan logis-matematis secara berkelanjutan. Penulis melakukan analisis dengan mengutip sumber-sumber yang relevan. Diharapkan hasil analisis ini dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai peran etno-STEM dalam pembelajaran dan dampaknya terhadap pengembangan kecerdasan logis-matematis siswa. Dalam hal memasukkan etno-STEM ke dalam pendidikan sains, akan sangat membantu bagi para pendidik, pembuat kebijakan, dan peneliti untuk mengetahui tren yang ada saat ini.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode studi kepustakaan (literature review) dengan pendekatan kualitatif yang dijelaskan secara deskriptif. Data penelitian berasal dari database Mendeley dan mencakup 35 sumber dari tahun 2014 hingga 2024, termasuk buku, jurnal nasional, dan jurnal internasional yang relevan. Proses penelitian melibatkan pemilihan, analisis, dan pengembangan informasi dengan membandingkan berbagai sumber yang terkait dengan topik yang dipilih.

Data yang digunakan adalah data sekunder, yang diperoleh peneliti secara tidak langsung atau melalui perantara. Teknik analisis data menggunakan model interaktif Miles dan Huberman yang meliputi tiga alur kegiatan, yaitu reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Analisis bertujuan untuk mengidentifikasi subjek, objek, tujuan penelitian, serta dampaknya terhadap perkembangan kecerdasan logis-matematis peserta didik.

Alur penelitian diampilkkan seperti pada gambar berikut.



Gambar 1. Alur pelaksanaan penelitian

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai hasil kajian pustaka yang dilakukan, data penelitian ini disajikan dalam bentuk tiga tabel utama. Tabel 1 memuat distribusi sampel artikel yang digunakan sebagai sumber data dalam studi literatur. Artikel-artikel tersebut dikelompokkan berdasarkan kode, nama penulis, tujuan penelitian, metodologi yang digunakan, serta temuan utama dari masing-masing studi. Penyajian ini bertujuan untuk menampilkan variasi pendekatan dan hasil penelitian yang relevan dengan topik kecerdasan logis-matematis serta penerapannya dalam berbagai konteks pendidikan dan sosial.

Selanjutnya, Tabel 2 merangkum indikator beberapa aspek kemampuan yang dikaji berdasarkan perspektif kecerdasan logis-matematis. Tabel ini menyandingkan indikator kemampuan literasi matematis yang mengadopsi model PISA, indikator pemahaman konsep menurut Benyamin S. Bloom, serta indikator kemampuan kognitif pemecahan masalah menurut Polya. Keterpaduan ketiga aspek ini dimaksudkan untuk memberikan dasar konseptual dalam mengkaji bagaimana kecerdasan logis-matematis berperan dalam proses berpikir dan pemecahan masalah peserta didik.

Adapun Tabel 3 menyajikan distribusi artikel yang relevan berdasarkan hasil analisis terhadap penelitian-penelitian yang berfokus pada kecerdasan logis-matematis. Data dalam tabel mencakup kode artikel, jenis kemampuan yang diteliti (misalnya pemahaman konseptual, literasi matematis, atau berpikir kritis), hasil penelitian berupa nilai N-Gain atau ukuran efek lainnya, serta kriteria tingkat keberhasilan yang diperoleh. Penyajian ini bertujuan untuk memperlihatkan kecenderungan hasil penelitian terkait efektivitas berbagai intervensi atau model pembelajaran terhadap peningkatan kecerdasan logis-matematis peserta didik.

Tabel 1. Distribusi sampel artikel

Code	Author and Paper	Study Objectives	Methodology	Main Findings
A1	Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Dalam Menyelesaikan Soal Kompetitif Ditinjau Dari Kecerdasan Logis Matematis	Untuk menggambarkan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah matematika saat mengerjakan soal-soal kompetitif, digunakan indikator pemecahan masalah menurut Polya.	Metodologi penelitian yang digunakan adalah pendekatan kualitatif dengan pendekatan kuantitatif. Pengambilan sampel secara purposive sampling sebanyak 6 siswa kelas X MIPA SMAN 5 Mataram tahun 2020/2021 yang dibagi menjadi 3 kelompok berdasarkan tingkat kecerdasan matematis logis (tinggi, sedang, rendah). Pengumpulan data melalui tes tertulis dan wawancara. Analisis data melalui reduksi data, penyajian data, dan penarikan simpulan.	- Siswa dengan kecerdasan logika matematika tinggi dapat menyelesaikan soal dengan benar menggunakan seluruh langkah metode pemecahan masalah Polya. - Siswa dengan kecerdasan logika matematika sedang dapat memenuhi tiga indikator pemecahan masalah Polya, tetapi belum optimal. - Siswa dengan kecerdasan logika matematika rendah belum dapat menyelesaikan soal dengan benar menggunakan langkah-langkah pemecahan masalah Polya.
A2 - A6 selengkapnya diunggah di https://bit.ly/4feBvKr				
B1	Ma'rufi, Ilyas, M., Ikram, M., & Winahyu (2021) Implementasi Ethnomatematika-sains, teknologi, teknik, matematika (etno-STEM) untuk meningkatkan pemahaman konseptual	-Untuk mengeksplorasi bagaimana pendekatan etno-STEM mempengaruhi pemahaman konseptual siswa kelas 5, kami akan melakukan studi lapangan - eksperimental dengan menggunakan desain kelompok kontrol, yang melibatkan pengukuran sebelum dan sesudah perlakuan.	Studi berbasis angka dengan rancangan kuasi-eksperimental. Penggunaan metode pengambilan sampel acak sederhana untuk memilih satu kelas secara acak. Memanfaatkan tes pemahaman konsep dan lembar observasi sebagai alat pengukur.	Intervensi etno-STEM menyebabkan perubahan yang signifikan dalam pemahaman konseptual siswa kelas 5. Sebelum intervensi, pemahaman konseptual berada pada kategori rendah, namun setelah intervensi, pemahaman konseptual meningkat secara signifikan menjadi kategori sangat tinggi. Skor perolehan ternormalisasi menunjukkan rata-rata 0,734 dengan deviasi standar 0,093, yang mengindikasikan kategori tinggi. Peningkatan ini signifikan secara statistik dengan nilai ambang batas 0,29 ($p < 0,05$).

B2 – B9 selengkapnya diunggah di <https://bit.ly/4feBvKr>

C1	Amymie (2017) : Optimalisasi Pendistribusian dan Penggunaan Dana Zakat dalam Pelaksanaan Tujuan Program Pembangunan Berkelanjutan (SDGs).	- Untuk memahami sistem pengelolaan dana zakat di Baznas Jawa Barat. - Untuk mengetahui hubungan SDGs dengan tujuan zakat. - Untuk mengetahui hasil penyusunan Rencana Strategis Optimalisasi Dana Zakat dalam mencapai Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) di Baznas Provinsi Jawa Barat Nasional.	- Pendekatan penelitian kualitatif. - Jenis penelitian lapangan (field research) - Pengumpulan data melalui wawancara, observasi, dan dokumentasi. - Subjek penelitian adalah pimpinan dan staf BAZNAS Jawa Barat. - Analisis dilakukan dengan reduksi data, kemudian penyajian data, dan terakhir penarikan kesimpulan.	- Sistem pengelolaan dana zakat di Baznas Jawa Barat melibatkan Baznas Provinsi yang berkedudukan di ibu kota provinsi yang menghimpun zakat melalui UPZ (Unit Pengumpul Zakat) di provinsi tersebut. - Strategi Baznas Jawa Barat adalah menyelaraskan program zakat dengan tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), dalam mengurangi kemiskinan dan kelaparan. - Zakat sebagai instrumen yang tepat untuk memberikan solusi pembangunan yang adil dan bijaksana serta pemerataan ekonomi, yang terkait dengan tujuan SDGs.
----	--	--	---	---

C2 – C16 selengkapnya diunggah di <https://bit.ly/4feBvKr>

Tabel 2. Indikator beberapa aspek ditinjau dari kecerdasan logis-matematis

Kecerdasan Logis-Matematis			
Indikator Kemampuan Literasi Matematis Mengadopsi Model PISA	Indikator pemahaman konsep menurut Benyamin S. Bloom	Indikator Kemampuan Kognitif untuk Pemecahan Masalah Menurut Polya	
Kemampuan merumuskan masalah nyata dalam pemecahan masalah	Penerjemahan, mengubah konsepsi abstrak menjadi model, contohnya dari simbol menjadi makna, melalui kata kerja operasional seperti menerjemahkan, mengubah, memberi definisi, dan menjelaskan ulang.	Mengingat & Memahami	Memahami masalah
Keterampilan dalam menggunakan matematika untuk menyelesaikan masalah	Penafsiran, kemampuan untuk mengidentifikasi dan memahami inti dari suatu komunikasi, seperti melalui diagram, tabel, grafik, atau gambar, dan kemudian menginterpretasikannya. Kata kerja yang terlibat meliputi menginterpretasikan, membedakan, menjelaskan, dan menggambarkan.	Penerapan	Perencanaan pemecahan masalah

Kemampuan untuk menginterpretasikan solusi dalam menyelesaikan masalah	Ekstrapolasi, menarik kesimpulan dari informasi yang sudah diketahui.	Menganalisis dan Mengevaluasi	Memecahkan masalah sesuai rencana
Keterampilan menilai solusi dalam menyelesaikan masalah		Mencipta	Melihat kembali pemecahan masalah

Tabel 3. Distribusi artikel yang relevan

Code	Logical-Mathematical Intelligence	Result	Criteria
B1	Pemahaman konseptual	N-Gain = 0.73	Tinggi
B2	Pemahaman konseptual	N-Gain = 0,76.	Tinggi
B3	Pemahaman konseptual	1%	Rendah
B4	Literasi matematis	N-Gain = 0.69	Sedang
B5	Literasi matematis	N-Gain = 0.66	Sedang
B6	Literasi matematis	86,4%	Sangat baik
B7	Berpikir kritis	(Hedges'g = 0,915; p < 0,001).	-
B8	Berpikir kritis		Tinggi
B9	Berpikir kritis		Tinggi

Berdasarkan Tabel 3, implementasi etno-STEM menunjukkan nilai tertinggi dalam pengembangan kecerdasan logis-matematis terutama pada aspek pemahaman konseptual dan berpikir kritis, dengan N-Gain mencapai 0,76 dan 0,78 yang dikategorikan tinggi. Sedangkan aspek literasi matematis mendapatkan kriteria sedang hingga sangat baik. Etno-STEM memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk memperoleh informasi secara terintegrasi dalam memahami konsep sains, melalui etno-STEM pengetahuan peserta didik direkonstruksi dari lingkungan, pengalaman, atau pengetahuan sebelumnya untuk menciptakan pengetahuan yang berkelanjutan. Pendekatan ini dapat diterapkan di semua tingkat pendidikan mulai dari SD hingga perguruan tinggi, dengan menggunakan berbagai model pembelajaran seperti *project-based learning*, inkuiri, *design thinking*, maupun *direct instruction*. Namun demikian, Implementasi etno-STEM dalam berbagai jenjang dan model pembelajaran yang berbeda dapat berpengaruh terhadap nilai efektivitas yang dihasilkan

Penelitian oleh Ma'rufi *et al.* (2021) berjudul *Implementation of Ethno-STEM to Enhance Conceptual Understanding* mengevaluasi dampak pendekatan etno-STEM pada pemahaman konseptual matematika kelas 5 SD. Indikator pemahaman konseptual meliputi penerjemahan konsep bangun ruang, klasifikasi objek, penyajian konsep, dan penerapan konsep dalam pemecahan masalah. Skor *pretest* awal siswa adalah 48,39 (rendah), tetapi setelah penerapan etno-STEM, skor *posttest* meningkat menjadi 85,36 (sangat tinggi), dengan nilai N-Gain sebesar 0,734 (tinggi). Secara deskriptif, skor ini menunjukkan bahwa pendekatan etno-STEM berpengaruh signifikan terhadap pemahaman konseptual.

Pendekatan pembelajaran matematika berbasis kearifan lokal ini lebih mudah dipahami oleh siswa karena mereka dapat mengaitkan pengetahuan dan pemahaman konsep dengan lingkungan, pengalaman, atau pengetahuan sebelumnya. Oleh karena itu, etno-STEM terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konseptual yang merupakan aspek dari kecerdasan logis-matematis.

Penelitian yang dilakukan oleh Hanim dan Wulandari (2023) di SDN Candipari 1 mata pelajaran IPA pada materi transformasi energi, menunjukkan bahwa N-Gain yang diperoleh siswa dengan model inkuiri terintegrasi etno-STEM mengalami peningkatan signifikan yaitu 0,76 yang termasuk kategori tinggi. Analisis statistik deskriptif menunjukkan peningkatan nilai *pretest* sebelum perlakuan sebesar 29,17 dan nilai *posttest* setelah perlakuan sebesar 81,67, ini menunjukkan bahwa model inkuiri etno-STEM dapat meningkatkan literasi sains dalam hal pemahaman konseptual melalui indikator pengetahuan (*knowing*) dan penerapan (*applying*) meliputi mengenali, menjelaskan, memberikan contoh, menggolongkan/mengklasifikasikan, menghubungkan, menggunakan model, dan menafsirkan informasi. Kesimpulannya, model inkuiri etno-STEM efektif meningkatkan literasi sains dalam hal pemahaman konseptual, yang merupakan aspek dari kecerdasan logis-matematis, serta membantu guru meningkatkan kualitas pembelajaran dengan metode yang menarik, sehingga siswa yang sebelumnya kurang bersemangat menjadi lebih antusias dalam belajar karena pembelajaran yang lebih menarik dan tidak monoton.

Penelitian oleh Sartika, Effendi, & Wulandari (2022) mengevaluasi pembelajaran IPA tentang sistem pernapasan manusia di SMP Muhammadiyah 5 Tulangan Sidoarjo dengan pendekatan etno-STEM. Pendekatan ini melibatkan siswa membuat air mancur dari botol bekas dan selang, mencerminkan kearifan lokal Sidoarjo. Observasi menunjukkan bahwa pembelajaran etno-STEM diterapkan dengan baik dan hasil belajar siswa positif. Penelitian ini menemukan: 1) hubungan antara aktivitas dan hasil belajar kognitif siswa dengan kontribusi 0,2%, 2) hubungan antara respons dan hasil belajar kognitif siswa dengan kontribusi 0,9%, dan 3) hubungan antara aktivitas dan respons terhadap hasil belajar kognitif siswa dengan kontribusi 1%. Penelitian ini mengungkapkan hubungan tersebut namun mengakui bahwa data dikumpulkan selama pandemi COVID-19, sehingga mungkin tidak sepenuhnya mencerminkan situasi normal. Variabel lain yang tidak diteliti juga dapat mempengaruhi hasil belajar dan perlu diteliti lebih lanjut.

Penelitian oleh Haryanto, Samsudi, dan Arbarini (2024) mengembangkan model pembelajaran *Project-based Learning* (PjBL) etno-STEAM untuk meningkatkan literasi numerasi siswa kelas VIII di MTsN 3 Lima Puluh Kota. Model ini mengintegrasikan matematika dengan kearifan lokal, seperti rumah adat Sumatera Barat, pada bangun ruang sisi datar. Metode ADDIE yang digunakan penelitian menunjukkan model PjBL etno-STEAM layak dan efektif. Nilai *pretest* meningkat dari 26,66 menjadi 77,77 pada *posttest*, dengan N-Gain 0,69 yang menunjukkan peningkatan "sedang". Ini menunjukkan bahwa model pembelajaran PjBL berbasis etno-STEAM dapat meningkatkan literasi numerasi berdasarkan indikator kemampuan menggunakan angka dan simbol matematika dasar untuk memecahkan masalah, menganalisis informasi dalam berbagai bentuk (grafik, tabel, bagan, diagram), dan menafsirkan hasil analisis untuk membuat prediksi dan keputusan. Dengan demikian, model pembelajaran berbasis proyek etno-STEAM terbukti efektif dalam mengembangkan kemampuan literasi numerasi siswa dalam konteks literasi matematis, yang merupakan aspek dari kecerdasan matematis-logis.

Penelitian yang dilakukan oleh Fikrina, *et al.* (2023) mengenai *Pengembangan Lembar Kerja Elektronik MPPj Ethno-STEAM* dirancang untuk meningkatkan literasi numerasi dan konservasi dengan fokus pada materi kimia, khususnya kesetimbangan kuantitatif asam basa, seperti asam basa konjugasi, produk ionik dari air, skala pH, disosiasi asam lemah, dan larutan buffer. E- LKPD ini diterapkan di dua sekolah di Kota Pekalongan dan menghubungkan materi dengan etnosains, khususnya budaya batik di Kampung Kauman,

pusat batik Pekalongan. Evaluasi efektivitas menggunakan pretest dan posttest dengan rumus N-Gain menunjukkan peningkatan dari nilai pretest 62,1 menjadi posttest 86,7, dengan N-Gain 0,66 yang menunjukkan peningkatan literasi numerasi siswa dalam kategori sedang. Ini membuktikan bahwa e-LKPD MPPj etnno-STEAM efektif dalam meningkatkan literasi numerasi siswa dalam aspek matematis-logis.

Penelitian yang dilakukan oleh Fikrina, *et al.* (2023) tentang Pengembangan E-LKPD Kesetimbangan Kuantitatif Asam Basa Terintegrasi PjBL Etno-STEAM Batik bertujuan untuk meningkatkan literasi numerasi dan karakter konservasi siswa dalam mata pelajaran kimia, khususnya pada materi kesetimbangan kuantitatif asam basa. Penelitian ini menghasilkan e-LKPD yang menggabungkan pembelajaran kimia berbasis budaya, terintegrasi dengan pendekatan etnno-STEAM, indikator literasi numerasi, dan karakter konservasi. E-LKPD tersebut memperoleh skor total kevalidan materi dan media sebesar 70,67 dan 77,67, menunjukkan bahwa materi tersebut sangat valid dan layak untuk digunakan. Respons siswa terhadap e-LKPD ini sangat positif dengan nilai aspek pembelajaran mencapai 86,4%. Dengan demikian, pengembangan e-LKPD kesetimbangan kuantitatif asam basa terintegrasi PjBL etnno-STEAM terbukti efektif dalam meningkatkan literasi numerasi siswa dalam konteks literasi matematis.

Penelitian Hiqmah *et al.* (2023) menunjukkan bahwa pembelajaran kimia berbasis etnno-STEM secara signifikan meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Effect size untuk SMA dan perguruan tinggi sangat tinggi ($d = 0.97$; $p < 0.01$ dan $d = 0.85$; $p < 0.01$), sedangkan SMP memiliki effect size sedang ($d = 0.76$; $p < 0.01$). Analisis menunjukkan perbedaan signifikan ($QB = 15.10$; $p < 0.01$) dengan effect size tinggi untuk tahun 2021-2023 ($d = 0.98$; $p < 0.01$). Model ini juga menunjukkan efektivitas tinggi pada jurnal terbitan 2018-2020 ($d = 1.10$; $p < 0.01$). Penelitian meta-analisis ini menyimpulkan bahwa pembelajaran kimia berbasis etnno-STEM memiliki pengaruh besar terhadap kemampuan berpikir kritis siswa (Hedges'g = 0.98; $p < 0.001$), meningkatkan literasi sains dan teknologi, serta menghubungkan pembelajaran dengan kearifan lokal.

Penelitian Winasari *et al.* (2023) di SMA Negeri 12 Kerinci menguji Model Pembelajaran Ethno-Biologi Berbasis *Design Thinking* untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Sampel terdiri dari 42 siswa dari dua kelas: XI MIPA (kelas eksperimen) dan MIPA 3 (kelas kontrol). Model ini mengintegrasikan biologi dengan kearifan lokal. Berdasarkan hasil test observasi menunjukkan nilai *pretest* siswa kelas eksperimen sebesar 45.17 sedangkan nilai *posttest* siswa kelas eksperimen sebesar 82,40. Nilai *pretest* siswa kelas kontrol sebesar 31,20 sedangkan nilai *posttest* siswa kelas kontrol sebesar 70.65. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai rata-rata *posttest* keterampilan berpikir kritis kelas yang memperoleh pembelajaran etnobiologi berbasis *design thinking* lebih baik daripada kelas yang menggunakan pembelajaran konvensional. Nilai N-Gain diukur pada setiap indikator, menunjukkan peningkatan sebesar 0,72 kategori tinggi untuk kelas eksperimen dan 0,56 kategori sedang untuk kelas kontrol. Uji-t dengan nilai signifikansi $< 0,05$ (0,00) mengindikasikan bahwa model pembelajaran berbasis *design thinking* efektif meningkatkan keterampilan berpikir kritis dibandingkan dengan pembelajaran konvensional.

Penelitian yang dilakukan oleh Risdianto, Dinissjah, Nirwana, dan Kristiawan (2020) yang yaitu *The Effect of Ethno Science-Based Direct Instruction Learning Model in Physics Learning on Students Critical Thinking Skill* meneliti efek pembelajaran fisika berbasis etnosains terhadap keterampilan berpikir kritis siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa skor rata-rata *post-test* keterampilan berpikir kritis pada kelas yang menggunakan model pembelajaran *direct*

instruction berbasis etnosains adalah 82,38, sedangkan kelas yang menggunakan model pembelajaran konvensional adalah 69,69. Nilai *pretest* masing-masing kelas secara berurutan adalah 16,19 dan 13,87. Nilai N-Gain diukur pada setiap indikator, menunjukkan sebesar 0,78 dalam kategori tinggi untuk kelas eksperimen. Penelitian ini menyimpulkan bahwa keterampilan berpikir kritis siswa meningkat secara efektif ketika menggunakan model pembelajaran *direct instruction* berbasis etnosains, khususnya dalam pembelajaran fisika. Oleh karena itu, penerapan model *direct instruction* berbasis etnosains berpengaruh positif terhadap kemampuan berpikir kritis siswa.

Berdasarkan penjelasan di atas, dua dari tiga hasil penelitian tentang penerapan etno-STEM untuk meningkatkan pemahaman konseptual yang ditinjau dari kecerdasan logis-matematis dinyatakan efektif dengan persentase rata-rata dari ketiganya sebesar 50%. Perkembangan kecerdasan logis-matematis yang dilihat dari aspek literasi matematis juga dinyatakan efektif oleh ketiga hasil penelitian dengan kriteria sedang hingga sangat baik, dengan persentase rata-rata 73,8%. Pada aspek berpikir kritis yang ditinjau dari kecerdasan logis-matematis, efek penerapan etno-STEM terhadap kemampuan berpikir kritis memiliki kriteria tinggi dengan persentase rata-rata 80%. Secara keseluruhan, hasil penelitian di atas menyatakan bahwa implementasi etno-STEM efektif untuk mengembangkan kecerdasan logis-matematis dengan persentase rata-rata sebesar 67,9%.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa secara umum hasil penelitian tersebut menunjukan bahwa implementasi pendekatan etno-STEM secara efektif dapat mengembangkan kecerdasan logis-matematis.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, kemampuan pemahaman konseptual, kemampuan literasi matematis, dan kemampuan berpikir kritis yang ditinjau dari kecerdasan logis-matematis dapat dikembangkan secara efektif melalui implementasi etno-STEM. Mayoritas penelitian mencatat hubungan positif dengan efek sedang hingga tinggi, rata-rata 67,9%. Perbedaan hasil ini dipengaruhi oleh jenjang dan jenis model pembelajaran yang digunakan. Implementasi etno-STEM dapat membantu guru dalam mengembangkan kecerdasan logis-matematis peserta didik, baik dalam pembelajaran IPA, matematika, biologi, fisika maupun kimia, sehingga tercipta pembelajaran yang bermakna. Melalui pembelajaran etno-STEM, kecerdasan logis-matematis dapat dikembangkan, sekaligus menjaga pengetahuan berbasis kearifan lokal agar tetap menjadi tren yang berkelanjutan di era industri 4.0.

DAFTAR PUSTAKA

- Amymie, F. (2017). Optimalisasi pendistribusian dan pendayagunaan dana zakat dalam pelaksanaan tujuan program pembangunan berkelanjutan (SDGs). *Anida (Aktualisasi Nuansa Ilmu Dakwah)*, 17(1), 1-18. <https://doi.org/10.15575/anida.v17i1.5046>
- Armstrong, T. (2009). *Multiple intelligences in the classroom*. Ascd.
- Ekantini, A., Wilujeng, I. (2018). *The Development of Science Student Worksheet Based on Education for Environmental Sustainable Development to Enhance Scientific Literacy*. *Universal Journal of Educational Research*, 6(6), 1339-1347. https://www.hrpub.org/journals/article_info.php?aid=7106
- Fikrina, Q. A., Sudarmin, S., Pujiastuti, S. E., Priatmoko, S., Mahatmanti, F. W., Ulfana, A. R., Kholis, N. (2023). *Development Electronic Worksheet MPPj ETHNO-STEAM to Increase Numeracy*

- Literacy and Conservation Character. Jurnal Kimia dan Pendidikan*, 2(8), 161-173. <http://dx.doi.org/10.30870/educhemia.v8i2.21554>
- Fikrina, Q. A., Sudarmin, S., Pujiastuti, S. E., Priatmoko, S., Mahatmanti, F. W., Ulfana, A. R., Kholis, N. (2023). Pengembangan E-LKPD Kesetimbangan Kuantitatif Asam Basa Terintegrasi PjBL Etno- STEAM Batik untuk Meningkatkan Literasi Numerasi dan Karakter Konservasi Siswa. *Prosiding Seminar Universitas Semarang*, 23-629. <http://pps.unnes.ac.id/pps2/prodi/prosiding-pascasarjana-unnes>
- Gardner, H. (2015). *The theory of multiple intelligences*. In *Handbook of Educational Ideas and Practices (Routledge Revivals)*, 930-938, Routledge.
- Haryanto, H., Samsudi, S., & Arbarini, M. (2024). *Development of project-based learning model based on ethno-steam to improve numeracy literacy skills*. *Inovasi Kurikulum*, 21(1), 255-266. <https://doi.org/10.17509/jik.v21i1.63400>
- Heryuriani, B. (2020). Pembelajaran materi aritmetika sosial dengan pendekatan STEM. *INOMATIKA*, 2(2), 147-160.
- Hiqmah, N., Rienovita, E., Al-Latief, I.S., Sholehuddin, S., & Santosa, T.A. (2023). Effectiveness of Ethno-STEM Based Chemistry to Improve Students Critical Thinking Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(SpecialIssue), 72-79. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9iSpecialIssue.6422>
- Isnaniah, N., Masniah. (2022). Pembelajaran Fisika Berbasis Etno-STEM melalui Permainan Tradisional Kalimantan Selatan. *Science and Local Wisdom Journal*, 2(1), 116-121. <https://doi.org/10.18592/ak.v2i1.7418>
- Lunenburg, F. C., & Lunenburg, M. R. (2014). *Applying Multiple Intelligences in The Classroom: A Fresh Look at Teaching Writing*. *Int J of Scholarly Academic Intellectual Diversity*, 16, 1-13. [10.2991/assehr.k.210525.053](https://doi.org/10.2991/assehr.k.210525.053)
- Ma'rufi, Ilyas, M., Ikram, M., & Winahyu. (2021). *An implementation of ethnomathematics-science, technology, engineering, mathematics (ethno-STEM) to enhance conceptual understanding*. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*, 1(12), 35-44. <http://dx.doi.org/10.24042/ajpm.v12i1.7834>
- Mardhiyah, R. H., Aldriani, S. N. F., Chitta, F., & Zulfikar, M. R. (2021). Pentingnya Keterampilan Belajar di Abad 21 sebagai Tuntutan dalam Pengembangan Sumber Daya Manusia. *Lectura : Jurnal Pendidikan*, 12(1), 29-40. <https://doi.org/10.31849/lectura.v12i1.5813>
- Marisa, M. (2021). Inovasi Kurikulum “Merdeka Belajar” di Era Society 5.0. *Jurnal Sejarah, Pendidikan Dan Humaniora*, 5(1), 66-78. <https://doi.org/10.36526/js.v3>
- Mochtar, N. E., Gasim, H., Hendarman, N. I., Wijiasih, A., Suryana, C., Restuningsih, K., & Tartila, S. L. (2014). *Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan (Education for Sustainable Development) di Indonesia Implementasi dan Kisah Sukses*. Jakarta : KNIU Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Mude, A., & Mando, L. B. (2021). Implementasi Keamanan Rumah Cerdas Menggunakan Internet of Things dan Biometric Sistem. *Jurnal Manajemen, Teknik Informatika Dan Rekayasa Komputer*, 21(1), 179-188. <https://doi.org/10.30812/matrik.v21i1.1381>
- Mukarromah, L. (2019). Kecerdasan Logis Matematis Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Matematika Melalui Problem Posing pada Materi Himpunan Kelas VII Mts Nurul Huda Mojokerto. *Jurnal Penelitian, Pendidikan, dan Pembelajaran*, 8(14), 16-22.
- Nahdi, F., & Dhika, H. (2021). Analisis Dampak Internet of Things (IoT) Pada Perkembangan Teknologi di Masa Yang Akan Datang. *INTEGER: Journal of Information Technology*, 1(6), 33-40. <https://doi.org/10.31284/j.integer.2021.v6i1.1423>

- Nisa', A., Sudarmin, S., & Samini, S. (2015). Efektivitas penggunaan modul terintegrasi etnosains dalam pembelajaran berbasis masalah untuk meningkatkan literasi sains siswa. *Unnes Science Education Journal*, 4(3), 1043 - 1056. <https://doi.org/10.15294/USEJ.V4I3.8860>
- Pitoyo, A. J. & Triwahyudi, H. (2018). Dinamika Perkembangan Etnis di Indonesia Dalam Konteks Persatuan Negara. *Populasi*, 25(1), 64-81. <https://doi.org/10.22146/jp.32416>
- Priyani, N.E., Nawawi (2020) Pembelajaran IPA Berbasis Ethno-STEM Berbantu Mikroskop Digital Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains di Sekolah Perbatasan. *Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 1(2), 99-104. <https://doi.org/10.24176/wasis.v1i2.5435>
- Putra, I., Rajibussalim, R., Irwandi, I., Muhammad, S. (2020). Utilizing LoRa for IoT based mini weather station as STEM learning media to support industrial revolution 4.0. *Journal of Physics: Conf. Series*, 1470, 1-6. <https://doi.org/https://doi.org/10.1088/1742-6596/1470/1/012042>
- Riyanto , R., Fauzi, R., Syah, I. M., Muslim, U. B. (2021). *Model Stem (Science, Technology, Engineering And Mathematics) dalam Pendidikan*. Bandung : Widina Bhakti Persada.
- Risdianto, E., Dinissjah, J., Nirwana, Kristiawan, M. (2020) The Effect of Ethno Science-Based Direct Instruction Learning Model in Physics Learning on Students' Critical Thinking Skill. *Universal Journal of Educational Research*, 8(2), 611-615, <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.080233>
- Sartika, S. B., Effendi, N., Wulandari, F. E. (2022). Relationship of Students' Activities, Responses, and Cognitive Learning Outcomes on Natural Science Learning-Based Ethno-STEM in Secondary School. *Prisma Sains: Jurnal Pengkajian Ilmu dan Pembelajaran Matematika dan IPA IKIP Mataram*, 10(1), 84-92. <https://doi.org/10.33394/j-ps.v10i1.4655>
- Serror, M., Hack, S., Henze, M., Schuba, M., & Wehrle, K. (2021). Challenges and Opportunities in Securing the Industrial Internet of Things, *IEEE Trans Industr Inform*, 5(17), 2985-2996. [10.1109/TII.2020.3023507](https://doi.org/10.1109/TII.2020.3023507)
- Setiawan, B., Innatesari, D.K., Sabtiawan, W.B., Sudarmin, (2017). The Development of Local Wisdom- Based Natural Science Module to Improve Science Literation of Student. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 6 (1), 49-54. <https://doi.org/10.15294/jpii.v6i1.9595>
- Setiawan, N. C. E., Sutrisno, S., Munzil, M., & Danar, D. (2020). Pengenalan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) dan Pengembangan Rancangan Pembelajarannya untuk Merintis Pembelajaran Kimia dengan Sistem SKS di Kota Madiun. *Lambung Inovasi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(2), 56. <https://doi.org/10.36312/linov.v5i2.465>.
- Sulaeman, N., Efwinda, S., & Putra, P. D. A. (2022). Teacher readiness in STEM education: Voices of Indonesian Physics teachers. *Journal of Technology and Science Education*, 1(12). <https://repository.unej.ac.id/xmlui/handle/123456789/116129>
- Sumarni, W., & Kadarwati, S. (2020). Ethno-Stem Project-Based Learning: Its Impact to Critical and Creative Thinking Skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(1), 11-21. <https://doi.org/10.15294/jpii.v9i1.21754>
- Syarifah, S. (2019). Konsep Kecerdasan Majemuk Howard Gardner. *Jurnal Sustainable*, 2(2), 176 - 197. <https://doi.org/10.32923/kjimp.v2i2.987>
- Utami, P. P., & Vioeza, N. (2021). Teacher Work Productivity in Senior High School. *International Journal of Instruction*, 14(1), 599-614. [10.29333/iji.2021.14136a](https://doi.org/10.29333/iji.2021.14136a)
- Vioeza, N., Hilyati, W., & Lasminingsih, M. (2023). Education for Sustainable Development : Bagaimana Urgensi dan Peluang Penerapannya pada Kurikulum Merdeka? *Journal of Educational Review*, 1(1), 34-48. <https://doi.org/10.56773/pjer.v1i1.11>

- Winiasri, L., Santosa, T.A., Yohandri, Y., Razak, A., Festiyed, F., & Zulyusri, Z. (2023). Ethno-Biology Learning Model Based on Design Thinking to Improve Students' Critical Thinking Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(9), 7767-7774. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i9.4213>
- Wulandari, F. ., & Hanim, M. (2023). Model Pembelajaran Inkuiri Terintegrasi Etno-STEM terhadap Kemampuan Literasi Sains Siswa. *JlIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 6(12), 10779-10786. <https://doi.org/10.54371/jiip.v6i12.3121>

IMPLEMENTATION OF THE ETHNO-STEM APPROACH FOR THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF LOGICAL-MATHEMATICAL INTELLIGENCE IN THE 4.0 ERA

Abstract

Developments in the 21st century affect all aspects of life, including education. Logical-mathematical intelligence, namely the ability to understand, communicate, and apply scientific concepts in everyday life, is the key to success in facing the challenges of this era. This study analyzes the success of learning with an ethno-STEM approach in the 4.0 era to develop logical-mathematical intelligence through literature studies. The integration of local wisdom-based knowledge in science education helps educators, policymakers, and researchers understand the latest trends. A qualitative literature study method was used, with data from 35 sources from 2014 to 2024. The analysis includes the identification of subjects, objects, research objectives, and their impact on students' logical-mathematical intelligence. The results show that the application of ethno-STEM is effective in developing logical-mathematical intelligence, with the ability to develop conceptual understanding, mathematical literacy, and critical thinking. The majority of studies show a positive relationship between ethno-STEM and the development of logical-mathematical intelligence, with criteria for medium to high effects and an average percentage of 67.9%. The implementation of ethno-STEM helps teachers develop logical-mathematical intelligence while maintaining local wisdom-based knowledge as a sustainable trend in the era of Industry 4.0.

Keywords: *Critical thinking, ethno-STEM, logical-mathematical intelligence, mathematical literacy, conceptual understanding.*