

Integration of Ethnomathematics in Science, Technology, Engineering, and Mathematics Learning to Improve Students' Science and Technology Literacy

Integrasi Etnomatematika dalam Pembelajaran *Science Technology, Engineering and Mathematics* Untuk Meningkatkan Literasi Sains dan Teknologi Siswa

¹ Alvian M. Sroyer, ² Henderina Morin, ³ Agustinus Languwuyo, ⁴ Ishak Beno, ⁵ Abraham,
⁶ Radian Situmeang

^{1,3,4,5} **Program Studi Matematika, ² Program Studi Ilmu Pemerintahan**

⁶ **Program Studi Statistika, Universitas Cenderawasih**

Email: alvian.sroyer@uncen.ac.id

Abstract - The implementation of *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)* learning in many remote schools, including SMP Negeri Depapre, Jayapura Regency, is sub-optimal and lacks relevance to the students' local cultural context. This results in low motivation and difficulties for students in understanding abstract concepts. This community service program aimed to develop and implement an Ethnomathematics-based STEM learning model that links science and mathematical concepts with local Papuan cultural practices, such as geometric patterns in carvings, counting systems, or physics principles in fishing tools. The methods included module development, teacher training (workshop), and learning implementation using a Project-Based Learning (PjBL) approach involving 18 seventh-grade students and 7 assisting teachers. Activities involved measuring cultural objects (like Tumoko Batu) and creating cultural products (like the Papuan Flute and Sentani Drum). The results showed a significant change, with students becoming more enthusiastic and active in discussions. Quantitatively, there was an average increase in conceptual understanding of 42.25% following the program implementation. This increase is supported by qualitative data showing improved student activity (reaching 80% in the presentation session) and the strengthening of cultural identity. The program successfully established an innovative, relevant, and contextual learning model, and enhanced teacher competence in integrating local wisdom.

Keywords: Ethnomathematics, STEM Learning, Science and Technology Literacy, SMP Depapre, Papua.

Abstrak – Pembelajaran *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)* di banyak sekolah terpencil, termasuk SMP Negeri Depapre, Kabupaten Jayapura, masih belum optimal dan kurang relevan dengan konteks budaya lokal siswa. Hal ini menyebabkan rendahnya motivasi dan kesulitan siswa dalam memahami konsep-konsep abstrak. Program pengabdian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menerapkan model pembelajaran STEM berbasis Etnomatematika yang mengaitkan konsep sains dan matematika dengan praktik budaya lokal Papua, seperti pola geometri pada ukiran dan seni ukir khas Papua, sistem perhitungan, atau prinsip fisika pada alat tangkap. Metode yang digunakan meliputi pengembangan modul pembelajaran, pelatihan guru (workshop), dan implementasi pembelajaran melalui pendekatan *Project Based Learning* (PjBL) kepada 18 siswa kelas VII dan 7 guru pendamping. Implementasi kegiatan melibatkan pengukuran objek budaya (seperti Tumoko Batu) dan pembuatan produk budaya (seperti Suling Papua dan Tambur Sentani). Hasil kegiatan menunjukkan perubahan signifikan, di mana siswa menjadi lebih antusias dan aktif dalam diskusi. Secara kuantitatif, terjadi peningkatan rata-rata pemahaman konsep sebesar 42,25% setelah implementasi program. Peningkatan ini didukung data kualitatif yang menunjukkan peningkatan keaktifan siswa (mencapai 80% pada sesi presentasi) serta penguatan identitas budaya. Program ini berhasil menjadi model pembelajaran inovatif yang relevan dan kontekstual, serta meningkatkan kompetensi guru dalam mengintegrasikan kearifan lokal.

Kata Kunci: Etnomatematika, Pembelajaran STEM, Literasi Sains dan Teknologi, SMP Depapre, Papua.

1. PENDAHULUAN

Pendidikan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)* sangat penting dalam mempersiapkan generasi muda yang adaptif terhadap tantangan abad ke-21 [1][2].

Berbagai penelitian telah mengonfirmasi peran signifikan STEM dalam mengembangkan keterampilan abad ke-21. Pendekatan STEM juga sangat relevan karena mampu menghubungkan pembelajaran di sekolah dengan pengalaman

dunia nyata, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna bagi siswa [3][4]. Tujuan utama pendidikan STEM adalah membekali peserta didik dengan literasi sains dan teknologi serta kemampuan menerapkan pengetahuan sains dan matematika untuk memecahkan masalah kompleks dalam kehidupan sehari-hari [5][6]. Pendekatan STEM sangat relevan untuk menghubungkan pembelajaran sekolah dengan pengalaman dunia nyata, sehingga siswa berkembang menjadi pemecah masalah yang melek teknologi serta mampu berkomunikasi dan berkolaborasi secara efektif [7]. Sejalan dengan itu, STEM merupakan jawaban atas tantangan abad ke-21, khususnya dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi [8].

Di Indonesia, upaya integrasi STEM telah menjadi bagian dari fokus kebijakan pendidikan dalam kurikulum nasional. Namun demikian, implementasinya di lapangan khususnya di wilayah pedesaan dan terpencil seperti Kabupaten Jayapura, Papua masih menghadapi berbagai hambatan yang signifikan. Sebagian besar guru belum memiliki pengetahuan dan pemahaman yang memadai mengenai STEM, sehingga kesulitan dalam mengembangkan modul pembelajaran berbasis STEM [9]. Selain itu, keterbatasan infrastruktur, kesiapan guru, serta integrasi kurikulum merupakan hambatan signifikan, terutama di wilayah pedesaan dan terpencil. Kondisi di SMP Negeri Depapre mencerminkan tantangan tersebut. Pembelajaran STEM masih berjalan secara parsial, terpisah, dan didominasi oleh metode tradisional berbasis ceramah. Materi ajar cenderung bersifat universal dan abstrak, tanpa keterkaitan yang kuat dengan realitas kehidupan sehari-hari siswa. Bagi peserta didik yang sebagian besar berasal dari komunitas pesisir dan agraris, konsep-konsep seperti geometri ruang, proporsi, atau prinsip akustik seringkali terasa jauh dan tidak relevan. Konsekuensinya, motivasi belajar rendah, siswa menjadi pasif, dan yang paling krusial, literasi sains dan teknologi mereka tetap berada pada level yang rendah.

Untuk mengatasi diskoneksi kontekstual ini, diperlukan inovasi pedagogis yang mampu menjembatani ilmu pengetahuan formal dengan kearifan lokal. Pendekatan etnomatematika hadir sebagai solusi yang potensial. Etnomatematika merupakan studi mengenai praktik matematika yang dikembangkan dan digunakan oleh kelompok budaya tertentu, sehingga mengubah matematika dari sekadar subjek abstrak menjadi bagian integral dari budaya [10]. Melalui etnomatematika, pembelajaran menjadi lebih

bermakna karena berakar pada identitas dan pengalaman hidup siswa.

Dalam konteks budaya Papua, praktik etnomatematika tercermin pada berbagai artefak budaya masyarakat setempat. Obyek budaya seperti Tumoko Batu mengandung konsep pengukuran geometri dan proporsi, sedangkan alat musik tradisional seperti Suling Papua dan Tambur Sentani memuat prinsip-prinsip fisika sederhana khususnya akustik, resonansi, dan pola matematika berulang. Keterkaitan antara budaya lokal dan konsep ilmiah tersebut menjadi potensi kontekstual yang sangat kuat dalam mendukung implementasi pembelajaran *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* yang bermakna bagi siswa.

Integrasi etnomatematika dalam model pembelajaran STEM dapat dilakukan melalui kerangka *Project Based Learning* (PjBL), yang memungkinkan siswa melakukan eksplorasi otentik. Program pengabdian ini dilaksanakan dengan tujuan spesifik untuk (1) mengembangkan modul pembelajaran STEM-Etnomatematika berbasis PjBL; (2) meningkatkan secara signifikan literasi sains dan teknologi siswa SMP Negeri Depapre; dan (3) memberdayakan guru untuk mampu mengintegrasikan kearifan lokal dalam pengajaran STEM. Harapannya, program ini dapat menjadi model replikasi bagi sekolah-sekolah di wilayah Timur Indonesia.

2. METODE PELAKSANAAN

Pengabdian ini dilaksanakan menggunakan pendekatan partisipatif yang terdiri atas empat tahapan utama, yaitu tahap praimplementasi dan pengembangan modul, tahap pelatihan guru, tahap implementasi program, serta tahap evaluasi dan refleksi. Tahap praimplementasi telah dilaksanakan dan diawali dengan observasi lapangan dan wawancara terhadap guru dan kepala sekolah untuk mengidentifikasi permasalahan pembelajaran STEM serta menggali potensi kearifan lokal masyarakat Depapre. Berdasarkan hasil identifikasi tersebut, tim melakukan pemetaan objek etnomatematika lokal seperti Tumoko Batu, Suling Papua, Tambur Sentani yang mengandung konsep geometri, fisika, serta rekayasa. Selanjutnya disusun model pembelajaran berbasis *Project Based Learning* yang memandu siswa dalam merancang, mengukur, dan membuat produk budaya dengan mengintegrasikan konsep *Science, Technology, Engineering, and Mathematics*.

Tahap berikutnya adalah pelatihan guru melalui *workshop* intensif mengenai konsep dasar etnomatematika, integrasi pembelajaran

sains, teknologi, rekayasa, dan matematika, serta penerapan *Project Based Learning* di kelas. Guru juga dilatih menggunakan modul yang telah dikembangkan sebagai perangkat pembelajaran kontekstual. Tahap implementasi program dilaksanakan selama satu minggu pada siswa kelas VII SMP Negeri Depapre. Siswa dibagi dalam kelompok kerja proyek untuk mengerjakan kegiatan seperti mengukur Tumoko Batu dan pembuatan miniatur Suling Papua serta Tambur Sentani. Kegiatan ditutup dengan presentasi hasil karya siswa. Tahap evaluasi dilakukan melalui *pre-test* dan *post-test* untuk mengukur peningkatan pemahaman konsep siswa serta observasi dan wawancara untuk memperoleh data kualitatif terkait perubahan motivasi, partisipasi, dan literasi sains serta teknologi siswa.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan Kompetensi Guru dan Modul Pembelajaran

Kegiatan diawali dengan Pelatihan Guru (*Workshop*) yang diikuti oleh 7 guru pendamping (Gambar 1). Fokus pelatihan adalah mengubah paradigma pengajaran yang awalnya *teacher-centered* menjadi *student-centered* melalui pendekatan PjBL yang diintegrasikan dengan etnomatematika. Hasil *post-test* guru menunjukkan peningkatan pemahaman tentang integrasi STEM dan Etnomatematika sebesar 65%.



Gambar 1. Peserta Workshop Guru

Luaran fisik yang dihasilkan adalah Modul Pembelajaran STEM berbasis Etnomatematika yang mengintegrasikan tiga proyek utama bagi siswa (Gambar 2):



Gambar 2. Implementasi model pembelajaran di kelas

- a. **Proyek Geometri Tumoko Batu:** Siswa secara berkelompok melakukan pengukuran fisik Tumoko Batu (Gambar 3) yang ada di lingkungan sekolah/adat untuk menghitung keliling dan volume (konsep Matematika dan Engineering).



Gambar 3. Tomoka Batu

- b. **Proyek Rekayasa Bunyi Suling Papua:** Siswa merancang dan membuat miniatur Suling Papua (Gambar 4) dari bahan lokal, di mana mereka mengaplikasikan prinsip fisika (akustik, frekuensi, panjang gelombang) dan teknik pengukuran (konsep Sains dan Engineering).



Gambar 4. Suling

- c. **Proyek Pola Tambur Sentani:** Siswa menganalisis pola visual dan pola irama pada Tambur Sentani (Gambar 5) untuk mempelajari konsep simetri, rotasi, dan pola irama berulang (konsep Matematika dan Seni).



Gambar 5. Tambur

Dampak Kuantitatif terhadap Pemahaman Konsep

Efektivitas implementasi model pembelajaran diukur menggunakan instrumen *pre-test* dan *post-test* yang melibatkan 18 siswa kelas VII. Hasilnya menunjukkan peningkatan signifikan pada pemahaman konsep yang teruji. Peningkatan pemahaman konsep siswa ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Evaluasi Siswa

Aspek Konsep Terukur	<i>Pre-test</i>	<i>Post-test</i>	Peningkatan Relatif (Gain %)
	Rata-rata (%)		
Geometri Ruang (Volume & Luas Permukaan)	32%	81%	49%
Pengukuran & Proporsi	38%	76%	38%
Simetri dan Transformasi	35%	78%	43%
Prinsip Akustik Sederhana (Sains/Fisika)	40%	79%	39%
Rata-rata Peningkatan Konsep (Literasi Sains/Teknologi)	36,25%	78,5%	42,25%

Peningkatan rata-rata sebesar 42,25% pada pemahaman konsep menunjukkan bahwa pembelajaran yang menggunakan artefak budaya lokal sebagai media PjBL sangat efektif. Siswa tidak hanya menghafal rumus, tetapi benar-benar melakukan proses rekayasa dan sains secara mandiri (misalnya, mengukur panjang tabung suling untuk menghasilkan nada tertentu). Keterkaitan langsung antara objek budaya (Tumoko Batu) dengan konsep formal (Geometri) membuat materi ajar lebih mudah dicerna dan dipertahankan dalam memori jangka panjang.

Dampak Kualitatif terhadap Keaktifan dan Literasi Siswa

Observasi menunjukkan perubahan yang dramatis dalam dinamika kelas. Tingkat keaktifan siswa yang diukur melalui lembar observasi partisipasi diskusi dan kerja kelompok meningkat dari sekitar 45% (pada masa pra-observasi) menjadi lebih dari 80% selama pelaksanaan PjBL. Siswa menunjukkan inisiatif, kerjasama tim yang kuat, dan antusiasme tinggi, terutama saat sesi presentasi dan pameran hasil karya.

Implementasi PjBL melalui proyek budaya secara inheren telah meningkatkan aspek literasi siswa:

a) **Literasi Sains:** Siswa melakukan eksperimen (misalnya, menguji material yang berbeda

untuk Tambur) dan mengajukan pertanyaan berbasis hipotesis, mencerminkan pemikiran ilmiah.

b) **Literasi Teknologi dan Rekayasa:** Pembuatan miniatur Suling Papua dan Tambur Sentani memerlukan proses *design-thinking* yang meliputi perencanaan, pemilihan material, pengukuran presisi, dan pengujian produk (*prototyping*). Kegagalan awal dalam membuat suling menghasilkan nada yang tepat mendorong siswa untuk melakukan *troubleshooting* dan perbaikan, yang merupakan inti dari proses rekayasa (*engineering*).

Hasil wawancara dengan siswa dan guru menunjukkan bahwa program ini berhasil menanamkan rasa bangga terhadap budaya lokal. Siswa menyadari bahwa nenek moyang mereka telah menerapkan prinsip-prinsip matematika dan fisika dalam kehidupan sehari-hari dan artefak budaya mereka. Hal ini meningkatkan kepercayaan diri siswa dalam berpendapat dan mempresentasikan hasil kerja mereka di depan umum.

Secara keseluruhan, hasil program ini mengkonfirmasi tesis literatur yang menyatakan bahwa integrasi budaya lokal merupakan katalis efektif untuk pembelajaran STEM yang bermakna, tidak hanya meningkatkan capaian kognitif (pemahaman konsep) tetapi juga aspek afektif (motivasi, keaktifan, dan penguatan identitas) siswa di wilayah terpencil [12].

4. PENUTUP

Program pengabdian kepada masyarakat ini berhasil mengimplementasikan model pembelajaran STEM berbasis Etnomatematika menggunakan pendekatan *Project Based Learning* (PjBL) di SMP Negeri Depapre, Kabupaten Jayapura. Model yang dikembangkan terbukti sangat relevan dan efektif. Terjadi peningkatan rata-rata penguasaan konsep siswa sebesar 42,25% setelah program dilaksanakan. Secara kualitatif, program ini berhasil meningkatkan partisipasi siswa (mencapai 80%) dan mengembangkan aspek literasi teknologi dan rekayasa melalui proyek pembuatan miniatur alat musik tradisional. Diperoleh luaran berupa Modul STEM berbasis Etnomatematika yang dapat direplikasi dan menjadi model pembelajaran berkelanjutan untuk sekolah-sekolah di wilayah Papua yang menghadapi tantangan kontekstual serupa. Direkomendasikan agar modul yang telah dikembangkan dapat diintegrasikan lebih lanjut ke dalam kurikulum sekolah dan diperluas penerapannya

ke jenjang kelas lain. Perlu adanya pendampingan berkelanjutan bagi guru untuk memastikan keberlanjutan inovasi pembelajaran berbasis kearifan lokal ini.

PENGHARGAAN

Penghargaan yang tulus disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Cenderawasih atas bantuan dana PNBP tahun 2025 yang telah disediakan untuk proyek pengabdian ini. Tanpa dukungan finansial yang berharga ini, program pengabdian tidak akan mungkin terlaksana.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ramatni, A., Ikhlas, A., Wahyuni, L., & Sawlani, D. K. (2024). Integrasi Stem Dalam Kurikulum Mempersiapkan Generasi Masa Depan. *Edu Research*, 5(4), 13-29.
- [2] Delfi, R., & Siregar, N. (2025). Strategi Implementasi STEM Dalam Pendidikan Dasar: Tantangan Dan Peluang. *Inspirasi Edukatif: Jurnal Pembelajaran Aktif*, 6(1).
- [3] Rohmah, U. N., Ansori, Y. Z., & Nahdi, D. S. (2019, October). Pendekatan pembelajaran stem dalam meningkatkan kemampuan literasi sains siswa sekolah dasar. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan* (Vol. 1, pp. 471-478).
- [4] Davidi, E. I. N., Sennen, E., & Supardi, K. (2021). Integrasi pendekatan STEM (science, technology, engineering and mathematic) untuk peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa sekolah dasar. *Scholaria: jurnal pendidikan dan kebudayaan*, 11(1), 11-22.
- [5] Bybee, R. W. (2013). The case for STEM education: Challenges and opportunities. NSTA Press.
- [6] English, L. D. (2016). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 3. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>
- [7] Mu'Minah, I. H., & Aripin, I. (2019, November). Implementasi STEM dalam pembelajaran abad 21. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan* (Vol. 1, pp. 1495-1503).
- [8] Nihayati, I., Haryani, S., Yusuf, A., & Fawaida, U. (2024, December). Pengembangan E-Modul STEM: Inovasi Pendidikan IPA untuk Meningkatkan Keterampilan Abad 21 pada Siswa Sekolah Dasar. In *NCOINS: National Conference Of Islamic Natural Science* (Vol. 4, No. 1, pp. 412-428).
- [9] Diana, N., & Turmudi, T. (2021). Kesiapan guru dalam mengembangkan modul berbasis STEM untuk mendukung pembelajaran di abad 21. *Edumatica: Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(2), 1-8.
- [10] Rosa, M., & Orey, D. C. (2016). State of the art in ethnomathematics. In M. Rosa et al. (Eds.), *Current and future perspectives of ethnomathematics as a program* (pp. 11-37). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-30120-4_2
- [11] Rahmawati, D., Yusuf, A., & Hidayat, R. (2022). Exploring fractal geometry through traditional weaving: An ethnomathematics study. *Journal of Mathematics and Culture*, 16(1), 45-59.
- [12] Fitriani, A., Supriadi, N., & Yuliana, R. (2022). Integrasi budaya lokal dalam pembelajaran matematika: Sebuah tinjauan etnomatematika. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 16(2), 101-114. <https://doi.org/10.26714/jpm.16.2.2022>

Ruang kosong ini untuk menggenapi jumlah halaman sehingga jika dicetak dalam bentuk buku, setiap judul baru akan menempati halaman sisi kanan buku.