



Research in Early Childhood Education and Parenting



Journal homepage: <https://ejournal.upi.edu/index.php/RECEP>

PENGEMBANGAN KONTEN PEMBELAJARAN STEM UNTUK TAMAN KANAK-KANAK MELALUI KONSENSUS PAKAR

Elis Komalasari*, Abdul Halim Masnan**, Norazilawati***

* National Child Development Research Centre, Sultan Idris Education University

** Faculty of Human Development, Sultan Idris Education University

*** Faculty of Human Development, Sultan Idris Education University

Email : elis.ncrdc@gmail.com

ABSTRACT

Article History:

Submitted/Received 20 Jan 2025

First Revised 15 Feb 2025

Accepted 19 May 2025

Publication Date 31 May 2025

Kata Kunci :

Topik pembelajaran STEM

Taman Kanak-Kanak

Fuzzy Delphi Method

Konsensus Pakar

STEM Taman Kanak-Kanak

This study aims to develop STEM learning content for kindergarten using the Fuzzy Delphi Method. Seventeen STEM learning content constructs were evaluated by a panel of experts to determine their relevance and appropriateness for integration into the Indonesian early childhood curriculum. The results show that 16 out of 17 constructs were accepted based on consensus thresholds and fuzzy scores. The constructed contents cover topics such as force and motion, energy, weather, environmental sustainability, air-water-land, and the needs of living things. One construct was rejected due to developmental inappropriateness. The study highlights the importance of expert collaboration in ensuring pedagogical and developmental suitability of STEM content for young learners.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan konten pembelajaran STEM untuk taman kanak-kanak dengan menggunakan Metode Fuzzy Delphi. Tujuh belas topik dan materi pembelajaran STEM dievaluasi oleh panel ahli untuk menentukan relevansi dan kesesuaiannya untuk diintegrasikan ke dalam kurikulum pendidikan anak usia dini di Indonesia. Hasilnya menunjukkan bahwa 16 dari 17 topik dan materi STEM diterima berdasarkan ambang batas konsensus dan skor fuzzy. Konstruksi materi pembelajaran STEM mencakup topik gaya dan gerak, energi, cuaca, kelestarian lingkungan, udara-air-tanah, dan kebutuhan makhluk hidup. Satu materi ditolak karena tidak sesuai dengan karakteristik perkembangan dan lingkungan sekitar anak. Studi ini menyoroti pentingnya kolaborasi para ahli dalam memastikan kesesuaian pedagogis dan pengembangan topik STEM untuk anak usia dini.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan yang semakin pesat menuntut dunia pendidikan untuk mempersiapkan generasi muda dengan keterampilan abad ke-21, seperti berpikir kritis, pemecahan masalah, kolaborasi, dan literasi digital. Salah satu pendekatan yang dinilai relevan dalam mengembangkan keterampilan tersebut adalah pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). STEM merupakan pendekatan pembelajaran terpadu yang menggabungkan empat disiplin ilmu dalam kegiatan belajar berbasis pemecahan masalah yang kontekstual dan nyata (Bybee, 2010; NRC, 2013).

Dalam konteks pendidikan anak usia dini (PAUD), pendekatan STEM memiliki urgensi tersendiri. STEM mendorong anak untuk mengamati, bertanya, mengeksplorasi, dan menarik kesimpulan berdasarkan pengalaman langsung. Penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran STEM tidak hanya meningkatkan kemampuan kognitif, tetapi juga aspek sosial-emosional dan motorik anak (Clements & Sarama, 2016). Melalui pendekatan ini, anak dapat diperkenalkan pada cara berpikir ilmiah dan sistematis sejak usia dini dalam suasana belajar yang menyenangkan.

Pembelajaran STEM di taman kanak-kanak mengintegrasikan kegiatan berbasis pengalaman langsung (*hands-on learning*), berorientasi inkuiri, dan pemecahan masalah, serta relevan dengan konteks budaya dan lingkungan anak (Yildirim, 2020; Torres-Crospe et al., 2014). Kegiatan pembelajaran dapat disampaikan melalui bermain, bercerita, dan proyek eksploratif yang difasilitasi oleh guru secara adaptif sesuai zona perkembangan terdekat anak (Vygotsky, 1978). Pendekatan ini didukung oleh teori konstruktivisme Piaget yang menekankan bahwa anak membangun pengetahuan melalui interaksi konkret dengan lingkungan sekitar (Flavell et al., 2002). Dengan demikian, pembelajaran STEM yang manipulatif, eksploratif, dan kontekstual sangat sesuai untuk diterapkan di pendidikan anak usia dini.

Namun, implementasi pembelajaran STEM di Indonesia, khususnya pada jenjang taman kanak-kanak, masih menghadapi tantangan. Hasil studi menunjukkan bahwa sebagian besar guru PAUD belum memahami konsep dasar STEM secara menyeluruh (Lestari, 2021). Penelitian Margorini dan Rini (2019) mengungkapkan bahwa pembelajaran di TK masih dominan menggunakan metode konvensional tanpa integrasi unsur sains, teknologi, teknik, dan matematika. Kurniawan dan Nurfadhilah (2022) menyatakan bahwa kegiatan belajar di banyak TK masih terbatas pada aktivitas rutin seperti mewarnai, menempel, dan bernyanyi.

Sementara itu, Sari dan Rahmawati (2023) menemukan bahwa mayoritas guru TK belum pernah mengikuti pelatihan STEM dan mengalami kesulitan dalam mengaitkan pendekatan tersebut dengan tema pembelajaran anak usia dini. Salah satu faktor yang memperkuat rendahnya implementasi STEM di PAUD adalah belum tersedianya materi pembelajaran STEM yang dikembangkan secara khusus untuk karakteristik anak usia dini. Materi ajar yang ada umumnya bersifat umum, tidak terstruktur, serta belum mempertimbangkan aspek pedagogis dan psikologis anak dalam pendekatan tematik. Guru pun kesulitan mengembangkan kegiatan STEM yang sesuai karena tidak memiliki acuan atau panduan kontekstual yang dapat langsung diterapkan.

Konstruksi topik pembelajaran STEM yang relevan dan aplikatif menjadi kebutuhan mendesak dalam mendukung guru PAUD agar mampu menyusun dan melaksanakan pembelajaran berbasis STEM secara tepat. Topik yang dirancang secara tematik, kontekstual,

dan berbasis permainan akan mempermudah guru dalam mengintegrasikan unsur STEM ke dalam proses belajar anak. Selain itu, materi ini juga dapat menjadi jembatan antara kebijakan kurikulum yang mendorong pendekatan STEAM dengan praktik pembelajaran yang sesuai dengan kemampuan dan minat anak usia dini.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan konten pembelajaran STEM yang sesuai dengan karakteristik perkembangan anak usia dini dalam konteks pendidikan taman kanak-kanak di Indonesia. Penelitian ini menitikberatkan pada substansi topik dan materi yang terintegrasi secara tematik, kontekstual, dan sesuai dengan perkembangan anak. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam mendukung implementasi pembelajaran STEM secara lebih terarah, aplikatif, dan berkelanjutan pada pendidikan anak usia dini.

METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan konsensus pakar dengan Metode *Fuzzy Delphi* untuk mengumpulkan pendapat secara sistematis dan potensi konsensus di antara para praktisi yang berpengalaman. Selain itu, pendapat ahli dan konsensus bertujuan untuk mengevaluasi dan meninjau setiap topik dan materi STEM untuk TK. Mohd Jamil, dkk (2017) mengemukakan bahwa teknik *Fuzzy Delphi* dapat digunakan untuk mencapai konsensus di antara para ahli dalam suatu masalah. Teknik *Fuzzy Delphi* digunakan karena teknik ini merupakan metode yang lebih efisien dalam hal waktu dan biaya ketika menangani kuesioner. Selain itu, metode ini memungkinkan para ahli untuk secara konsisten memberikan perspektif mereka (Jamil dkk., 2013).

Pengembangan konten pembelajaran STEM melalui beberapa tahap yaitu penyusunan topik topik dan materi berdasarkan kajian literature, konsensus pakar untuk mendapatkan kesepakatan terkait topik dan materi STEM untuk TK, dan terakhir, analisis data dengan menggunakan teknik *Fuzzy Delphi*. Untuk mendapatkan keseragaman yang tinggi di antara para ahli dalam studi *Fuzzy Delphi*, teknik *purposive sampling* digunakan untuk memilih 12 orang ahli di bidang studi pendidikan anak usia dini, STEM, dan pengembangan kurikulum, sesuai dengan metodologi yang diuraikan oleh Chua (2010) para ahli ini diharuskan memenuhi dua kriteria utama: pertama, memiliki gelar doktor sebagai kualifikasi akademis; dan kedua, memiliki pengalaman minimal sepuluh tahun di bidangnya. Pemilihan tenaga ahli dipandu oleh prinsip-prinsip yang dianut oleh Berliner (2004), yang menyatakan bahwa seseorang dapat dianggap sebagai ahli dalam suatu bidang jika telah memiliki pengalaman lebih dari lima tahun di bidang tersebut, sementara Gambatese dkk. (2008) menyatakan bahwa tenaga ahli harus memiliki kualifikasi akademik yang tinggi.

Konstruksi konten pembelajaran STEM dalam penelitian ini dirumuskan berdasarkan telaah dan analisis Kerangka Kerja STEM. Kerangka Kerja STEM NRC (2013) memberikan panduan strategis untuk pengembangan kurikulum STEM untuk berbagai tingkat pendidikan, termasuk taman kanak-kanak. Kerangka Kerja STEM NRC didasarkan pada tiga dimensi utama, yaitu Core Disciplinary Ideas (CDI) yang mencakup konsep-konsep dasar dalam sains dan teknik, Science and Engineering Practices (SEP) yang memprioritaskan eksplorasi dan eksperimen aktif, dan Crosscutting Concepts (CCC) yang menyoroti hubungan antara disiplin ilmu yang berbeda untuk membantu murid memahami relevansi konsep di dunia nyata.

Untuk menentukan apakah konten STEM sesuai dengan konteks dan kebutuhan Kurikulum Taman Kanak-kanak Indonesia, dilakukan proses konsensus pakar melalui Metode *Fuzzy Delphi*. Proses ini melibatkan ahli dari bidang pendidikan anak usia dini, pendidikan sains dan matematika, dan pengembangan kurikulum untuk mengevaluasi relevansi,

kepentingan, dan kelayakan setiap topik dan materi yang diusulkan. Rumusan konten pembelajaran STEM disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Konstruksi Topik dan Materi Pembelajaran STEM untuk Taman Kanak-Kanak

No	Topik	Materi
1	Gaya dan gerak	Mendorong dan menarik benda dari berbagai arah
2		Membandingkan perbedaan gaya dan arah gerak berdasarkan gaya mendorong/menarik benda
3		Merencanakan dan melakukan pengamatan tentang gaya dan gerak benda (dengan bimbingan guru)
4		Melakukan pengamatan dalam kegiatan uji coba alat/benda untuk mendorong/menarik, menceritakan keberhasilan fungsi benda/alat tertentu
5	Energi	Sinar matahari menghangatkan permukaan bumi
6		Mengamati sinar matahari dan membandingkan suhu panas matahari dari waktu ke waktu
7		Menggunakan alat dan bahan untuk membuat suatu alat sebagai solusi dari masalah yang berkaitan dengan sinar matahari
8	Cuaca	Mengamati berbagai jenis cuaca (secara langsung/menggunakan media), menceritakan fenomena dan pola cuaca dari waktu ke waktu
9	Kelestarian lingkungan	Mengetahui pengaruh tumbuhan terhadap kelestarian lingkungan
10		Anak-anak mengetahui pengaruh perilaku hewan dalam memenuhi kebutuhan terhadap kerusakan lingkungan
11		Anak-anak terlibat dalam diskusi kelompok kecil, mengungkapkan ide terkait cara melindungi lingkungan dengan menggunakan gambar
12	Sumber daya alam (Air, udara, dan tanah)	Mengamati dan mengajukan pertanyaan serta mengumpulkan informasi yang berkaitan dengan air/udara/tanah melalui berbagai media
13		Membuat/merancang gambar, maket, permainan peran untuk mengilustrasikan peristiwa yang berkaitan dengan air, udara, tanah.
14		Mengemukakan ide/pendapat untuk memecahkan masalah air, udara, dan tanah berdasarkan hasil pengamatan dan informasi yang diperoleh
15	Kebutuhan Mahluk Hidup (manusia, hewan, tumbuhan)	Mengetahui kebutuhan manusia/hewan/tumbuhan
16		Mengamati bagaimana hewan/tumbuhan mendapatkan makanan
17		Menceritakan berbagai kebutuhan makanan hewan/tumbuhan/manusia untuk bertahan hidup

Setelah proses konsensus, hasil konsensus kemudian dianalisis secara sistematis. Sudut pandang para ahli diteliti dengan cermat melalui pemanfaatan perangkat lunak Microsoft Excel, seperti yang dilakukan oleh Ramlie et al (2014), Jamil et al (2017), dan Jamil dan Noh (2020). Teknik Fuzzy Delphi membutuhkan ketaatan pada dua prasyarat mendasar, yaitu Triangular Fuzzy Number dan Proses Defuzzifikasi. Triangular Fuzzy Number memiliki dua syarat mutlak, dimana nilai Threshold (d) harus kurang dari atau sama dengan 0.2. Pencapaian konsensus para ahli dicapai ketika nilai yang dihasilkan sama dengan atau kurang dari 0.2 (Cheng & Lin, 2002; Chen, 2000). Rumus selanjutnya digunakan:

$$d(\tilde{m}, \tilde{n}) = \sqrt{\frac{1}{3}[(m_1 - n_1)^2 + (m_2 - n_2)^2 + (m_3 - n_3)^2]}$$

Persyaratan kedua untuk Triangular Fuzzy Number adalah memasukkan tingkat konsensus ahli. Menurut teknik Delphi konvensional, konsensus lebih dari 75% di antara para ahli dianggap dapat diterima (Chu & Hwang, 2008; Murray & Hammons, 1995). Di sisi lain, proses defuzzifikasi melibatkan pengurangan nilai skor fuzzy (A) dengan mempertimbangkan nilai α -

cut sebesar 0.5 (Tang & Wu, 2010; Bodjonava, 2006). Jika nilai skor fuzzy (A) sama dengan atau lebih besar dari 0.5, pengukuran diterima, sedangkan nilai di bawah 0.5 menyiratkan bahwa pengukuran ditolak. Evaluasi nilai skor fuzzy (A) dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$A = (1/3) * (m1 + m2 + m3)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil konsensus pakar terkait konten pembelajaran STEM menunjukkan tingkat relevansi yang tinggi untuk setiap konstruk topik dan materi pembelajaran STEM. Hasil konsensus menunjukkan bahwa 16 dari 17 konstruk memperoleh kesepakatan pakar yang tinggi, baik dari sisi skor fuzzy maupun persentase persetujuan. Hasil ini mengindikasikan bahwa Sebagian besar isi materi STEM telah dianggap sesuai dengan prinsip perkembangan anak usia dini dan layak untuk diimplementasikan dalam kurikulum TK di Indonesia. Hasil konsensus pakar disajikan pada Tabel 2, yang mencakup analisis ambang batas (d), persentase persetujuan ahli, nilai fuzzy (m1, m2, m3), dan nilai fuzzy akhir (A) yang menentukan status akhir elemen, yaitu DITERIMA atau TIDAK DITERIMA. Tabel ini menggambarkan tingkat kesepakatan pakar terkait konten pembelajaran STEM.

Tabel 2. Hasil Kesepakatan Pakar terkait Konten Pembelajaran STEM

No	Triangular Fuzzy Numbers Requirement		Fuzzy Evaluation Process Requirement				Expert agreement
	Threshold, d	Percentage of experts agreement, %	m1	m2	m3	Skor Fuzzy (A)	
1	0,212	81,8%	0,473	0,673	0,873	0,673	ACCEPTED
2	0,162	90,9%	0,527	0,727	0,927	0,727	ACCEPTED
3	0,202	81,8%	0,509	0,709	0,909	0,709	ACCEPTED
4	0,182	81,82%	0,527	0,727	0,927	0,727	ACCEPTED
5	0,202	81,82%	0,509	0,709	0,909	0,709	ACCEPTED
6	0,182	81,82%	0,527	0,727	0,927	0,727	ACCEPTED
7	0,202	81,82%	0,509	0,709	0,909	0,709	ACCEPTED
8	0,101	90,91%	0,564	0,764	0,964	0,764	ACCEPTED
9	0,212	81,82%	0,473	0,673	0,873	0,673	ACCEPTED
10	0,273	72,73%	0,436	0,636	0,836	0,636	NOT ACCEPTED
11	0,136	90,91%	0,545	0,745	0,945	0,745	ACCEPTED
12	0,136	100,00%	0,545	0,745	0,945	0,745	ACCEPTED
13	0,162	100,00%	0,527	0,727	0,927	0,727	ACCEPTED
14	0,162	100,00%	0,527	0,727	0,927	0,727	ACCEPTED
15	0,162	100,00%	0,527	0,727	0,927	0,727	ACCEPTED
16	0,101	100,00%	0,564	0,764	0,964	0,764	ACCEPTED
17	0,101	100,00%	0,564	0,764	0,964	0,764	ACCEPTED

Konten STEM terdiri dari 18 konstruk yang dikelompokkan ke dalam topik gaya dan gerak (1,2,3,4), energi (5,6,7), cuaca (8), kelestarian lingkungan (9,10,11), air, udara, dan tanah (12,13,14), dan kebutuhan makhluk hidup (15,16,17). Sebagian besar konstruk memiliki tingkat persetujuan di atas 81,82%, dan elemen-elemen tersebut dinyatakan dapat diterima.

Sedangkan konstruk butir 10 terkait ‘anak mengetahui pengaruh perilaku hewan dalam memenuhi kebutuhan terhadap kerusakan lingkungan’ tidak mendapatkan persetujuan ahli dan dinyatakan ditolak dengan nilai rata-rata persetujuan ahli sebesar 72,73% (Lihat Tabel 2), hal ini disebabkan karena materi tersebut tidak sesuai dengan perkembangan anak dan dunia sekitar anak.

Terkait pendekatan Fuzzy Delphi yang digunakan memberikan keakuratan yang lebih tinggi pada proses kesepakatan karena memungkinkan analisis berbasis data untuk menilai kesepakatan para ahli (Habibi, Sarafrazi, & Izadyar, 2014). Hal ini penting untuk memastikan bahwa model pembelajaran tidak hanya relevan secara teoritis, tetapi juga dapat diterapkan secara praktis di lingkungan pembelajaran anak usia dini.

Materi yang mendapat kesepakatan pakar mencerminkan topik-topik yang relevan dengan pengalaman konkret anak dan dapat dieksplorasi melalui aktivitas bermain serta pembelajaran tematik. Topik gaya dan gerak (item 1–4), misalnya, banyak dikaitkan dengan aktivitas seperti mendorong, menarik, atau mengamati benda yang bergerak. Materi ini sesuai dengan teori Piaget (1964) tentang tahap berpikir konkret-operasional, di mana anak mulai memahami hubungan sebab-akibat melalui manipulasi objek nyata.

Topik energi (item 5–7) mencakup konsep seperti sumber energi dari matahari atau listrik, yang dapat dikenalkan melalui kegiatan eksperimen sederhana atau observasi fenomena sehari-hari (misalnya kipas angin menyala, air memanaskan di bawah sinar matahari). Pendekatan ini didukung oleh model pembelajaran eksploratif dan *hands-on*, seperti yang dianjurkan oleh Clements & Sarama (2009), serta praktik-praktik *inquiry-based learning* dalam pendidikan STEM (French, 2004).

Selanjutnya, konstruk yang berkaitan dengan cuaca (item 8) dan kelestarian lingkungan (item 9 dan 11) juga dinilai sesuai oleh para pakar. Materi-materi ini membuka peluang untuk mengaitkan pembelajaran dengan lingkungan sekitar anak. Misalnya, anak dapat mengenali jenis cuaca, membedakan antara hujan dan cerah, atau mengenali bentuk tanah dan batu di halaman sekolah. Materi ini sejalan dengan prinsip *developmentally appropriate practice* (DAP) menurut NAEYC (2020), yang menganjurkan pembelajaran berbasis pengalaman nyata dan lingkungan anak.

Materi tentang air, udara, dan tanah (item 12–14), serta kebutuhan makhluk hidup (item 15–17) juga menunjukkan tingkat kesepakatan tinggi dari pakar. Materi ini secara alami terintegrasi dalam kegiatan bermain air, berkebun, atau mengamati hewan dan tumbuhan. Hal ini mencerminkan pendekatan tematik dan lintas disiplin dalam pembelajaran STEM, sebagaimana dikembangkan oleh Early Childhood STEM Working Group (2017), yang menekankan pentingnya integrasi sains, teknologi, teknik, dan matematika dalam satu rangkaian pembelajaran yang bermakna.

Kesepakatan yang tinggi terhadap materi-materi tersebut menunjukkan bahwa: *Pertama*, konsep yang diajukan berada dalam jangkauan kognitif anak usia dini. *Kedua*, materi dapat dieksplorasi secara nyata dan mudah dikontekstualisasikan dalam kehidupan sehari-hari anak. *Ketiga*, materi memungkinkan guru untuk memfasilitasi pembelajaran yang bersifat eksploratif dan kolaboratif.

Sebaliknya, satu konstruk yang tidak diterima, yaitu materi tentang “*anak mengetahui dampak perilaku hewan dalam memenuhi kebutuhan terhadap kerusakan lingkungan*” (item 10), menunjukkan batasan penting dalam merancang materi STEM untuk PAUD. Konsep ini

menuntut pemahaman sistemik dan abstrak yang berada di luar kemampuan berpikir konkret anak usia dini. Hal ini menunjukkan pentingnya penyesuaian materi agar tidak hanya valid secara ilmiah, tetapi juga sesuai secara pedagogis dan perkembangan kognitif anak.

Dengan demikian, konstruk materi STEM yang telah divalidasi ini memberikan dasar kuat untuk pengembangan pembelajaran berbasis STEM yang kontekstual, bermakna, dan sesuai tahap perkembangan anak usia dini. Materi-materi yang disepakati pakar mencerminkan relevansi tinggi terhadap konteks PAUD, baik dari sisi isi, metode, maupun potensi implementasi di lapangan. Proses validasi juga memperlihatkan pentingnya kolaborasi dengan para ahli untuk memastikan bahwa materi tidak hanya menarik dan relevan, tetapi juga mendidik dan sesuai dengan dunia anak.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa pengembangan konten pembelajaran STEM untuk TK melalui pendekatan Fuzzy Delphi menunjukkan bahwa sebagian besar materi yang dikembangkan—sebanyak 16 dari 17 konstruk—telah mendapatkan kesepakatan dari para pakar. Topik yang disepakati mencakup topik gaya dan gerak, energi, cuaca, biogeologi, air–udara–tanah, serta kebutuhan makhluk hidup, yang dinilai sesuai dengan karakteristik perkembangan anak usia dini dan relevan dengan konteks kehidupan sehari-hari. Satu materi yang tidak diterima mencerminkan pentingnya penyesuaian materi terhadap tingkat perkembangan kognitif anak, sehingga menjadi pengingat bahwa pengembangan materi STEM tidak hanya harus berdasarkan keilmuan, tetapi juga perlu mempertimbangkan aspek pedagogis dan psikologis yang sesuai dengan usia anak.

Dengan demikian, topik dan materi yang telah disepakati pakar dapat dijadikan dasar dalam pengembangan pembelajaran STEM yang lebih aplikatif, kontekstual, dan mendukung pencapaian kompetensi abad ke-21 pada TK. Selain itu, penggunaan metode Fuzzy Delphi terbukti efektif dalam menghimpun perspektif ahli guna menghasilkan materi yang kuat secara teoritis dan praktis.

DAFTAR RUJUKAN

- Berliner, D. C. (2004). *Expert teachers: Their characteristics, development and accomplishments*. Arizona State University.
- Bodjonava, S. (2006). Fuzzy logic applications in education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 1(1), 1–6.
- Bybee, R. W. (2010). *Advancing STEM education: A 2020 vision*. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30–35. (Hal. 1)
- Chen, S. J. (2000). Fuzzy multiple criteria decision making. *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, 375–399.
- Cheng, C. H., & Lin, Y. (2002). Evaluating the best main battle tank using fuzzy decision theory with linguistic criteria evaluation. *European Journal of Operational Research*, 142(1), 174–186.
- Chu, H. C., & Hwang, G. J. (2008). A Delphi-based approach to developing expert systems with the cooperation of multiple experts. *Expert Systems with Applications*, 34(4), 2826–2840.
- Chua, Y. P. (2010). *Research Methods and Statistics: A module for social science students*. McGraw-Hill Education.

- Clements, D. H., & Sarama, J. (2009). *Learning and teaching early math: The learning trajectories approach*. Routledge. (Hal. 2)
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2016). *STEM learning in the early years*. In L. English & T. Moore (Eds.), *Early Mathematics Learning*. Springer. (Hal. 2)
- Early Childhood STEM Working Group. (2017). *Early STEM matters: Providing high-quality STEM experiences for all young learners*. University of Chicago STEM Education. (Hal. 10)
- Flavell, J. H., Miller, P. H., & Miller, S. A. (2002). *Cognitive development (4th ed.)*. Prentice Hall. (Hal. 2)
- French, L. (2004). Science as the center of a coherent, integrated early childhood curriculum. *Early Childhood Research Quarterly*, 19(1), 138–149.
- Gambatese, J. A., et al. (2008). Role of research in construction education. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 134(4), 358–364.
- Habibi, A., Sarafrazi, A., & Izadyar, S. (2014). Fuzzy Delphi technique: Applications in qualitative and quantitative research. *Technological and Economic Development of Economy*, 20(3), 428–446. (Hal. 9)
- Jamil, M., Hasan, M. K., & Noh, M. A. C. (2013). Application of Fuzzy Delphi method in the development of science curriculum for secondary school. *Asian Social Science*, 9(12), 80–87.
- Jamil, M., & Noh, M. A. C. (2020). Use of Excel for Fuzzy Delphi analysis: An implementation guide. *International Journal of Modern Education*, 2(3), 1–11.
- Kurniawan, D., & Nurfadhilah, S. (2022). Evaluasi kegiatan belajar anak usia dini di Indonesia. *Jurnal Pendidikan Anak*, 5(2), 80–89. (Hal. 3)
- Lestari, E. (2021). Pemahaman guru PAUD terhadap pendekatan STEM. *Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 9(1), 45–56. (Hal. 3)
- Margorini, R., & Rini, D. (2019). Strategi pembelajaran konvensional di taman kanak-kanak. *Jurnal Pendidikan Anak*, 6(1), 12–20. (Hal. 3)
- Murray, J. W., & Hammons, J. O. (1995). Delphi: A versatile methodology for conducting qualitative research. *The Review of Higher Education*, 18(4), 423–436.
- National Research Council (NRC). (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. National Academies Press. (Hal. 1, 6)
- Sari, R., & Rahmawati, Y. (2023). Tantangan implementasi STEM di PAUD: Studi kasus di kota X. *Jurnal Ilmu Pendidikan Anak*, 11(2), 113–125. (Hal. 3)
- Tang, Y., & Wu, H. (2010). A Fuzzy Delphi and Fuzzy AHP approach to evaluating e-learning platform. *Expert Systems with Applications*, 38(8), 9786–9792.
- Torres-Crospe, M., Garibay, C., & Godina, R. (2014). Integrating culture and STEM in early childhood. *Early Childhood Education Journal*, 42(4), 265–273. (Hal. 2)
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press. (Hal. 2)
- Yildirim, B. (2020). The effect of STEM applications on the science and mathematics achievements of 4–6 year-old children. *Early Childhood Education Journal*, 48, 513–522. (Hal. 2)