

**MODEL DATA ENVELOPMENT ANALYSIS UNTUK MENGUKUR
EFISIENSI MANAJEMEN SATUAN PAUD DALAM MENDUKUNG
CAPAIAN NUMERASI ANAK USIA DINI**

Fera Luicia Tampi¹, Margareta Oktavia Sumilat², Citra Raflesia³

Universitas Negeri Manado^{1,2}

Universitas PGRI Silampari³

feratampi@unima.ac.id¹

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengembangkan model evaluasi matematis BCC-DEA berorientasi output untuk mengukur efisiensi relatif manajemen satuan PAUD dalam mendukung numerasi anak usia dini. Studi metodologis kuantitatif dilakukan melalui simulasi deterministik terhadap 20 *Decision Making Units* (DMU) sintesis. Input meliputi biaya program per anak, rasio pendidik, indeks media, dan jam stimulasi, sedangkan output meliputi indeks numerasi dan persentase ketuntasan perkembangan. Hasil menunjukkan tujuh DMU berada pada *frontier* efisien dan 13 DMU belum efisien, dengan rata-rata efisiensi teknis murni 0,9494. PAUD-09 paling sering menjadi *peer*, diikuti PAUD-17 dan PAUD-18. DMU yang belum efisien memerlukan peningkatan output sekitar 2,19%–20,72% dengan input tetap, dan analisis sensitivitas menunjukkan korelasi sangat tinggi terhadap model dasar. Model BCC-DEA disimpulkan mampu menghasilkan informasi efisiensi, *benchmark*, dan target perbaikan yang terukur; penerapan empiris memerlukan DMU homogen, instrumen numerasi tervalidasi, dan audit kualitas data.

Kata kunci: BCC-DEA; Efisiensi Pendidikan; Manajemen PAUD; Numerasi Anak Usia Dini; Pemodelan Matematika

ABSTRACT

This study aims to develop an output-oriented BCC-DEA mathematical model to measure the relative efficiency of early childhood education management in supporting children's numeracy. A quantitative methodological study used deterministic simulation of 20 synthetic Decision Making Units (DMUs). Inputs comprised program expenditure per child, teacher ratio, media index, and stimulation hours; outputs comprised the numeracy index and the percentage of children meeting developmental criteria. The results identified seven efficient and 13 inefficient DMUs, with a mean pure technical efficiency of 0.9494. PAUD-09 appeared most frequently as a peer, followed by PAUD-17 and PAUD-18. Inefficient DMUs required output improvements of approximately 2.19%–20.72% with unchanged inputs, and sensitivity analysis showed very high correlations with the baseline model. BCC-DEA is therefore able to generate measurable efficiency, benchmarking, and improvement-target information; empirical use requires homogeneous DMUs, validated numeracy instruments, and data-quality audits.

Keywords: BCC-DEA; Early Childhood Management; Early Numeracy; Educational Efficiency; Mathematical Modelling

PENDAHULUAN

Numerasi awal merupakan fondasi bagi penalaran kuantitatif, pemecahan masalah, dan kesiapan belajar matematika pada jenjang berikutnya. Pada anak usia dini, numerasi tidak terbatas pada mengenal lambang bilangan, tetapi mencakup relasi kuantitas, berhitung, pola, geometri, pengukuran, klasifikasi, dan penggunaan gagasan matematika dalam situasi sehari-hari. Karena konstruksinya multidimensional, capaian numerasi perlu diukur dengan instrumen yang sesuai perkembangan dan memiliki bukti validitas serta reliabilitas yang memadai (Hellstrand et al., 2020; Outhwaite et al., 2024; Vessonen et al., 2022).

Perkembangan numerasi anak dipengaruhi oleh kualitas pengalaman bermain, interaksi pendidik, ketersediaan media, dan dukungan keluarga. Aktivitas matematika yang dipimpin anak maupun orang tua dapat memperkuat keterampilan awal, sedangkan pembelajaran berbasis alam menyediakan konteks konkret untuk mengamati bentuk, ukuran, pola, dan jumlah (Speldewinde & Campbell, 2022; Trickett et al., 2022). Pada saat yang sama, keyakinan dan kecemasan matematika pendidik dapat memengaruhi peluang belajar yang diberikan kepada anak (Galeano et al., 2024; MacDonald & McGrath, 2022).

Kondisi tersebut menempatkan manajemen satuan PAUD sebagai bagian penting dari ekosistem numerasi. Pengelola tidak hanya memastikan program terlaksana, tetapi juga mengalokasikan biaya, mengorganisasikan pendidik, menyediakan media yang aman dan digunakan secara bermakna, serta mengatur waktu stimulasi. Mutu

layanan PAUD karena itu perlu dilihat sebagai hubungan antara tata kelola sumber daya, proses pedagogis, dan capaian perkembangan anak, bukan sekadar pemenuhan dokumen administratif (Purba et al., 2024; Sterner et al., 2024).

Evaluasi manajemen pendidikan sering membandingkan indikator secara terpisah, misalnya anggaran, rasio pendidik, atau hasil belajar. Pendekatan rasio tunggal belum dapat menunjukkan apakah kombinasi beberapa input telah diubah menjadi beberapa output secara efisien. *Data Envelopment Analysis* (DEA) menawarkan pengukuran nonparametrik yang membentuk *frontier* praktik terbaik dari unit-unit sejenis dan menghasilkan skor efisiensi relatif, *reference set*, serta target perbaikan (Dima et al., 2020; Dincă et al., 2021; Razi et al., 2024).

Penelitian terdahulu telah menerapkan DEA pada sistem pendidikan lintas negara, sekolah, dan perguruan tinggi. Dima et al. (2020) membandingkan efisiensi pendidikan anak usia dini dan pendidikan dasar di Eropa, sedangkan Ulkhaq et al. (2024) menilai efisiensi pendidikan di Asia Tenggara melalui model dua tahap. Pada tingkat institusi, Wildani et al. (2023) mengevaluasi efisiensi departemen perguruan tinggi dan Muniz et al. (2024) menerapkan DEA pada sekolah di Brasil. Kajian-kajian tersebut memperlihatkan kegunaan DEA, tetapi belum secara khusus merumuskan hubungan input manajemen satuan PAUD dengan output numerasi anak pada tingkat lembaga.

Kebaruan penelitian ini terletak pada struktur model yang secara langsung menghubungkan biaya program numerasi, rasio pendidik, media numerasi, dan waktu stimulasi

dengan indeks capaian serta ketuntasan perkembangan numerasi. Model Banker–Charnes–Cooper (BCC) berorientasi output dipilih agar perbedaan skala lembaga dapat diakomodasi dan pertanyaan evaluasi diarahkan pada peningkatan capaian dengan sumber daya yang tersedia. Model juga dilengkapi identifikasi *peer*, proyeksi target, dan analisis sensitivitas sehingga hasilnya tidak berhenti pada satu skor agregat (Razi et al., 2024; Ulkhaq et al., 2024).

Penelitian ini bertujuan mengembangkan dan mendemonstrasikan model BCC-DEA berorientasi output untuk mengukur efisiensi relatif manajemen satuan PAUD dalam mendukung capaian numerasi anak usia dini. Demonstrasi menggunakan data sintesis agar prosedur matematis dapat dijelaskan tanpa mengklaim kondisi lembaga nyata. Secara praktis, model diharapkan menjadi kerangka perencanaan berbasis data, *benchmarking* antarlembaga, dan penetapan target perbaikan yang tetap dibaca bersama konteks pedagogis serta kepentingan terbaik anak (Purba et al., 2024; Razi et al., 2024).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi metodologis kuantitatif melalui simulasi deterministik terhadap 20 satuan PAUD sintesis yang diberi kode PAUD-01 sampai PAUD-20. Seluruh *Decision Making Units* (DMU) diasumsikan homogen dari sisi kelompok usia layanan, kurikulum, periode pelaporan, dan jenis program. Jumlah DMU memenuhi pedoman diskriminasi $n \geq \max\{m \times s, 3(m + s)\}$; dengan empat input dan dua output diperoleh jumlah minimum 18 DMU. Data tidak mewakili lembaga nyata dan

hanya digunakan untuk mendemonstrasikan formulasi, perhitungan, interpretasi, dan pengujian sensitivitas.

Tabel 1.
Variabel input dan output model

ID	Variabel	Definisi operasional
X1	Biaya program numerasi per anak	Input: total biaya program numerasi selama satu tahun dibagi jumlah anak; juta rupiah per anak.
X2	Pendidik per 100 anak	Input: jumlah pendidik ekuivalen penuh waktu dibagi jumlah anak dan dikalikan 100.
X3	Indeks media numerasi	Input: indeks 0–100 berdasarkan ketersediaan, keamanan, keragaman, aksesibilitas, dan pemanfaatan media.
X4	Jam stimulasi numerasi	Input: rata-rata jam per minggu untuk aktivitas bermain bermuatan numerasi.
Y1	Indeks capaian numerasi	Output: rata-rata indeks capaian anak 0–100 dari domain numerasi awal.
Y2	Ketuntasan perkembangan numerasi	Output: persentase anak yang mencapai kriteria melalui asesmen autentik.

Model *envelopment* BCC berorientasi output memaksimumkan faktor perluasan output ϕ dengan kendala $\sum \lambda_j x_{ij} \leq x_{io}$, $\sum \lambda_j y_{rj} \geq \phi y_{ro}$, $\sum \lambda_j = 1$, $\lambda_j \geq 0$, dan $\phi \geq 1$. Skor efisiensi teknis murni dihitung sebagai $TE = 1/\phi$. Setiap DMU dioptimalkan untuk memperoleh skor, status efisiensi, nilai λ , dan *reference set*. Bagi DMU belum efisien, target output radial dihitung dari ϕy_{ro} . Analisis sensitivitas dilakukan dengan mengeluarkan satu variabel secara bergantian, kemudian membandingkan

rata-rata skor, jumlah DMU efisien, serta korelasi Pearson dan Spearman dengan model dasar. Nilai penuh digunakan dalam optimasi, sedangkan tabel dibulatkan untuk penyajian.

HASIL PENELITIAN

Data sintetis menunjukkan variasi yang memadai untuk membentuk *frontier* dan membedakan produktivitas relatif antarsatuan. Biaya program numerasi berada pada rentang 1,90–4,70 juta rupiah per anak; rasio pendidik 6,50–12,50 per 100 anak; indeks media 50–95; dan waktu stimulasi 2,20–5,20 jam per minggu. Indeks numerasi berkisar 66–90 dan ketuntasan perkembangan 61%–93%.

Tabel 2.

Statistik deskriptif data sintetis

Variabel	Min.	Maks.	Rata-rata	SB
X1 biaya/anak	1,90	4,70	3,08	0,85
X2 pendidik/100	6,50	12,50	9,07	1,70
X3 indeks media	50,00	95,00	72,75	12,80
X4 jam/minggu	2,20	5,20	3,57	0,82
Y1 indeks numerasi	66,00	90,00	75,90	6,09
Y2 ketuntasan	61,00	93,00	73,30	8,18

Hasil BCC-DEA mengidentifikasi tujuh DMU pada *frontier* efisien, yaitu PAUD-03, PAUD-07, PAUD-09, PAUD-10, PAUD-14, PAUD-17, dan PAUD-18. Tiga belas DMU lainnya belum efisien. Rata-rata skor efisiensi teknis murni sebesar 0,9494, median 0,9498, dan

skor terendah 0,8633 pada PAUD-01. Skor PAUD-01 menunjukkan bahwa outputnya secara radial masih dapat diperluas relatif terhadap kombinasi unit pembanding tanpa menambah input.

Tabel 3.

Skor efisiensi BCC-DEA dan pembanding DMU PAUD

No.	Skor	Status	Pembanding PAUD
01	0,8633	Belum	09, 18
02	0,9093	Belum	09, 18
03	1,0000	Efisien	03
04	0,9528	Belum	09, 17
05	0,8830	Belum	09, 18
06	0,9129	Belum	09, 17
07	1,0000	Efisien	07
08	0,9469	Belum	09, 17
09	1,0000	Efisien	09
10	1,0000	Efisien	10
11	0,9244	Belum	09, 17
12	0,8782	Belum	09, 18
13	0,9357	Belum	09, 17
14	1,0000	Efisien	14
15	0,9132	Belum	09, 17
16	0,9004	Belum	09, 18
17	1,0000	Efisien	17
18	1,0000	Efisien	18
19	0,9850	Belum	09, 17
20	0,9832	Belum	09, 18

PAUD-09 muncul sebagai *peer* bagi seluruh DMU yang belum efisien, sedangkan PAUD-17 dan PAUD-18 menjadi pembanding tambahan sesuai posisi masing-masing DMU. Frekuensi tersebut menunjukkan relevansi kombinasi input-output dalam membentuk proyeksi lokal; status *peer* tidak berarti bahwa satu unit terbaik pada seluruh dimensi layanan.

Tabel 4.

Proyeksi output DMU yang belum efisien

No.	Y1 awal → target (naik)	Y2 awal → target (naik)
01	66 → 76,45 (15,84%)	61 → 73,64 (20,72%)
02	73 → 80,29 (9,98%)	69 → 79,00 (14,49%)
04	82 → 86,06 (4,95%)	81 → 87,31 (7,79%)
05	69 → 78,14 (13,25%)	65 → 76,00 (16,92%)
06	76 → 83,25 (9,54%)	73 → 83,25 (14,04%)
08	84 → 88,71 (5,61%)	85 → 91,14 (7,23%)
11	78 → 84,38 (8,17%)	76 → 84,88 (11,68%)
12	68 → 77,43 (13,87%)	63 → 75,00 (19,05%)
13	80 → 85,50 (6,87%)	79 → 86,50 (9,49%)
15	75 → 82,13 (9,50%)	72 → 81,63 (13,37%)
16	71 → 78,86 (11,07%)	66 → 77,00 (16,67%)
19	82 → 83,25 (1,52%)	81 → 83,25 (2,78%)
20	78 → 79,33 (1,71%)	76 → 77,67 (2,19%)

Target pada Tabel 4 merupakan sasaran matematis berdasarkan *frontier* simulasi, bukan target kebijakan yang dapat diterapkan tanpa diagnosis proses. Kebutuhan peningkatan output berada pada kisaran 2,19%–20,72%. PAUD-01 memerlukan perluasan relatif terbesar, sedangkan PAUD-19 dan PAUD-20 berada paling dekat dengan *frontier*.

Tabel 5.

Analisis sensitivitas dan korelasi Pearson (r)–Spearman (ρ)

Skenario	Rata-rata	DMU efisien	r	ρ
Model dasar	0,9494	7	1,0000	1,0000
Tanpa X1	0,9494	7	1,0000	0,9910
Tanpa X2	0,9488	7	0,9986	0,9660
Tanpa X3	0,9493	7	0,9999	0,9853
Tanpa X4	0,9472	7	0,9983	0,9853
Tanpa Y1	0,9317	7	0,9964	0,9487
Tanpa Y2	0,9494	7	1,0000	0,9724

Pengeluaran satu variabel secara bergantian tidak mengubah jumlah DMU efisien. Korelasi Pearson berada pada rentang 0,9964–1,0000 dan Spearman 0,9487–0,9910. Model tanpa X1 dan tanpa Y2 menghasilkan perubahan yang sangat kecil pada skor tertentu, sehingga pada data empiris kedua variabel perlu diperiksa lebih lanjut untuk memastikan bahwa informasi yang dibawa tidak redundan.

PEMBAHASAN

Temuan simulasi memperlihatkan bahwa DEA menghasilkan informasi yang berbeda dari peringkat mutu absolut. Sebuah satuan dengan output tinggi belum tentu efisien apabila menggunakan input jauh lebih besar, sedangkan satuan dengan output lebih rendah dapat berada pada *frontier* ketika tidak ada kombinasi unit lain yang mampu menghasilkan output setara dengan input yang lebih kecil. Interpretasi semacam ini konsisten dengan penggunaan DEA untuk membandingkan efisiensi relatif sistem dan institusi pendidikan yang memiliki banyak input serta output (Dima et al.,

2020; Razi et al., 2024; Ulkhaq et al., 2024).

Pemilihan model BCC berorientasi output sesuai dengan persoalan manajerial PAUD karena sebagian input—jumlah pendidik, anggaran tahunan, fasilitas, dan jadwal layanan—relatif sulit dikurangi dalam jangka pendek. Informasi yang lebih berguna bagi pengelola adalah besarnya peluang peningkatan capaian melalui pemanfaatan sumber daya yang telah tersedia. Penerapan DEA pada konteks pendidikan lain juga menunjukkan bahwa orientasi model perlu mengikuti ruang keputusan yang benar-benar dapat dikendalikan oleh pengelola (Dincă et al., 2021; Muniz et al., 2024; Wildani et al., 2023).

Kemunculan PAUD-09, PAUD-17, dan PAUD-18 sebagai *peer* harus dipahami sebagai hasil geometris dari posisi input-output, bukan penetapan lembaga terbaik secara universal. Proses *benchmarking* seharusnya dilanjutkan dengan pemeriksaan kesamaan konteks, karakteristik anak, kualitas data, dan praktik pengelolaan yang dapat ditransfer. Kajian efisiensi pendidikan di Asia Tenggara dan sekolah Brasil menegaskan bahwa skor dan unit pembanding perlu dibaca bersama faktor institusional agar rekomendasi tidak bersifat mekanis (Muniz et al., 2024; Ulkhaq et al., 2024).

Target output juga memerlukan diagnosis pedagogis. Peningkatan numerasi tidak cukup dilakukan dengan menambah jam atau media, tetapi melalui pengalaman bermain yang bermakna, interaksi yang responsif, dan penggunaan media untuk mengeksplorasi jumlah, pola, bentuk, serta pengukuran. Keyakinan pendidik terhadap kemampuan matematika anak dan kecemasan matematika pendidik

berhubungan dengan keputusan pedagogis, sedangkan intervensi yang diperluas tetap memerlukan dukungan implementasi pada tingkat satuan (Galeano et al., 2024; MacDonald & McGrath, 2022; Speldewinde & Campbell, 2022; Sterner et al., 2024).

Kualitas output merupakan syarat utama agar skor efisiensi bermakna. Indeks numerasi dan persentase ketuntasan perlu berasal dari asesmen yang sesuai perkembangan, konsisten antarpenilai, dan tidak berubah hanya karena perbedaan cara pencatatan antarlembaga. Bukti psikometrik pada tes numerasi awal, penilaian langsung, penilaian orang tua, dan skala penilaian guru menunjukkan bahwa setiap sumber informasi memiliki kekuatan sekaligus keterbatasan, sehingga validasi instrumen dan pelatihan penilai harus menjadi bagian dari penerapan empiris (Hellstrand et al., 2020; Lin et al., 2021; Outhwaite et al., 2024; Vessonen et al., 2022).

Stabilitas skor pada analisis sensitivitas mendukung konsistensi internal simulasi, tetapi tidak otomatis membuktikan validitas model. Perubahan kecil setelah pengeluaran X1 atau Y2 dapat menunjukkan tumpang tindih informasi, sedangkan jumlah DMU yang terbatas dapat membuat beberapa unit tetap efisien pada banyak skenario. Literatur tinjauan DEA menekankan perlunya menguji pemilihan variabel, daya diskriminasi, korelasi, dan ketahanan hasil sebelum skor digunakan untuk keputusan manajerial (Razi et al., 2024; Ulkhaq et al., 2024).

Secara praktis, model dapat membantu kepala satuan menetapkan sasaran capaian dan memilih lembaga pembanding, sedangkan dinas pendidikan dapat menggunakannya

untuk memetakan kebutuhan pendampingan tanpa hanya mengandalkan besarnya anggaran atau satu indikator hasil. Namun, penelitian ini terbatas pada data sintetis dan model deterministik yang belum memasukkan kondisi sosial ekonomi keluarga, lokasi, kebutuhan khusus anak, serta dukungan rumah. Faktor rumah dan karakteristik keluarga berhubungan dengan perkembangan matematika awal, sehingga penelitian lanjutan perlu menggunakan DMU homogen, data lapangan yang diaudit, instrumen tervalidasi, dan analisis faktor non-diskresioner sebelum model dipakai sebagai dasar kebijakan (Ndijuye & Benguye, 2023; Purba et al., 2024; Trickett et al., 2022).

SIMPULAN

Model BCC-DEA berorientasi output dapat digunakan sebagai kerangka evaluasi matematis untuk menghubungkan sumber daya manajemen satuan PAUD dengan capaian numerasi anak secara simultan. Model menghasilkan informasi tentang posisi efisiensi relatif, unit pembanding, dan arah peningkatan output sehingga dapat mendukung perencanaan berbasis data serta pembelajaran antarlembaga. Nilai efisiensi tidak boleh diperlakukan sebagai peringkat mutu absolut atau instrumen penghukuman karena sangat bergantung pada homogenitas unit, pemilihan variabel, dan kualitas pengukuran. Penerapan pada lembaga nyata perlu didahului validasi instrumen numerasi, audit data, pemeriksaan konteks, serta analisis faktor yang tidak sepenuhnya berada dalam kendali pengelola.

PERNYATAAN ETIK DAN TRANSPARANSI DATA

Penelitian ini menggunakan data sintetis dan tidak melibatkan anak, pendidik, atau lembaga nyata sehingga persetujuan etik penelitian manusia tidak diperlukan pada tahap simulasi. Penerapan empiris wajib memperoleh persetujuan etik dan institusi, melindungi identitas, serta mengikuti mekanisme persetujuan orang tua atau wali. Penulis menyatakan tidak terdapat konflik kepentingan. Pendanaan dan kontribusi penulis perlu dilengkapi sesuai kondisi sebenarnya sebelum naskah diserahkan. Dataset sintetis dan kode analisis dapat disediakan sebagai bahan tambahan pada saat pengajuan naskah.

DAFTAR PUSTAKA

- Dima, B., Kotosz, B., & Dima, Ș. M. (2020). Early Childhood and Primary Education Efficiency in Europe: A Data Envelopment Analysis Approach. *Hungarian Statistical Review*, 3(1), 18–45. <https://doi.org/10.35618/hsr2020.01.en018>
- Dincă, M. S., Dincă, G., Andronic, M. L., & Pasztori, A. M. (2021). Assessment of the European Union's Educational Efficiency. *Sustainability*, 13(6), Article 3116. <https://doi.org/10.3390/su13063116>
- Galeano, L., Fawcett, C., Forssman, L., & Gredebäck, G. (2024). Early Childhood Educators' Math Anxiety and Its Relation to Their Pedagogic Actions in Swedish Preschools. *Journal of Cognition and Development*, 25(1), 100–126.

- <https://doi.org/10.1080/15248372.2023.2256844>
- Hellstrand, H., Korhonen, J., Räsänen, P., Linnanmäki, K., & Aunio, P. (2020). Reliability and Validity Evidence of The Early Numeracy Test for Identifying Children At Risk for Mathematical Learning Difficulties. *International Journal of Educational Research*, 102, Article 101580. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101580>
- Lin, J., Napoli, A. R., Schmitt, S. A., & Purpura, D. J. (2021). The Relation Between Parent Ratings and Direct Assessments of Preschoolers' Numeracy Skills. *Learning and Instruction*, 71, Article 101375. <https://doi.org/10.1016/j.learninst.2020.101375>
- MacDonald, A., & McGrath, S. (2022). Early Childhood Educators' Beliefs About Mathematics Education for Children Under Three Years of Age. *International Journal of Early Years Education*, 30(4), 847–862. <https://doi.org/10.1080/09669760.2022.2107493>
- Muniz, R. D. F., Andriola, W. B., Muniz, S. M. M., & Thomaz, A. C. F. (2024). The Use of Data Envelopment Analysis (DEA) to Estimate The Educational Efficiency of Brazilian Schools. *Journal of Applied Research on Industrial Engineering*, 11(1), 93–102. <https://doi.org/10.22105/jarie.2021.308815.1388>
- Ndijuye, L. G., & Benguye, N. D. (2023). Home Environment, Early Reading, and Math: A Longitudinal Study on The Mediating Role of Family SES in Transition from Pre-Primary to Grade One. *International Journal of Educational Development*, 98, Article 102751. <https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2023.102751>
- Outhwaite, L. A., Aunio, P., Leung, J. K. Y., & Van Herwegen, J. (2024). Measuring Mathematical Skills in Early Childhood: A Systematic Review of The Psychometric Properties of Early Maths Assessments and Screeners. *Educational Psychology Review*, 36, Article 110. <https://doi.org/10.1007/s10648-024-09950-6>
- Purba, R. I., Sinaga, P., Hariandja, E. S., & Parani, R. (2024). Supporting Quality Management in Indonesia's Early Childhood Education Through Accreditation Processes. *Issues in Educational Research*, 34(3), 1129–1147. <http://www.iier.org.au/iier34/purba.pdf>
- Razi, N. F. M., Baharun, N., & Masrom, S. (2024). Efficiency in Academic Evaluation: Data Envelopment Analysis Systematic Review. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 13(4), 2450–2460. <https://doi.org/10.11591/ijere.v13i4.26956>
- Speldewinde, C., & Campbell, C. (2022). Mathematics Learning in The Early Years Through Nature Play. *International Journal of Early Years Education*, 30(4), 813–830. <https://doi.org/10.1080/09669760.2022.2122026>

- Sterner, G., Nagy, C., & Nyström, P. (2024). A Scaled-Up Mathematics Intervention in Preschool Classes. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 68(7), 1371–1381. <https://doi.org/10.1080/00313831.2023.2250352>
- Trickett, J., Batchelor, S., Brittle, B., Foulkes, M., Pickering, J., Slocombe, F., & Gilmore, C. (2022). The Role Of Parent-Led and Child-Led Home Numeracy Activities in Early Mathematical Skills. *Cognitive Development*, 63, Article 101189. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2022.101189>
- Ulkhaq, M. M., Oggioni, G., & Riccardi, R. (2024). Two-Stage Super-Efficiency Model for Measuring Efficiency of Education in South-East Asia. *Decisions in Economics and Finance*, 47(2), 513–543. <https://doi.org/10.1007/s10203-024-00453-1>
- Vessonen, T., Widlund, A., Hakkarainen, A., & Aunio, P. (2022). Validating The Early Numeracy Teacher Rating Scale for Preschoolers (TRS–EN). *European Early Childhood Education Research Journal*, 31(2), 205–224. <https://doi.org/10.1080/1350293X.2022.2081350>
- Wildani, Z., Wibowo, W., Wulandari, S. P., & Dinanti, L. A. (2023). Data Envelopment Analysis for The Efficiency of Higher Education Departments at Sepuluh Nopember Institute of Technology, Indonesia. *European Journal of Educational Research*, 12(2), 1153–1169. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.12.2.1153>