

**RUMAH PROGRAM
ORGANISASI RISET
ILMU PENGETAHUAN SOSIAL DAN HUMANIORA
TAHUN 2025**



JUDUL MODEL

**MODEL PENGEMBANGAN EMERGENT NUMERACY BERBASIS
MICROGAMES GEOGEBRA DAN APPLET INTERAKTIF “MATH
UNDER THE SEA” UNTUK CALON GURU PAUD**

Rumah Program : Model Hasil Riset dan Inovasi tentang Keindonesiaan
Tema : Model Penyelenggaraan Pendidikan Anak Usia Dini
melalui Kemitraan yang Strategis dan Pembiayaan
yang Inklusif
Pusat Riset : Pendidikan

**BADAN RISET DAN INOVASI NASIONAL
TAHUN 2025**

MODEL PENGEMBANGAN EMERGENT NUMERACY BERBASIS MICROGAMES GEOGEBRA DAN APPLET INTERAKTIF “MATH UNDER THE SEA” UNTUK CALON GURU PAUD

1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi pendidikan berbasis permainan interaktif semakin memberikan peluang besar bagi inovasi pembelajaran matematika pada jenjang PAUD. Pembelajaran numerasi awal atau emergent numeracy menekankan pengembangan konsep bilangan, pola, klasifikasi, dan representasi simbolik melalui kegiatan yang dekat dengan dunia anak. Namun, praktik pembelajaran di Indonesia masih menghadapi tantangan berupa kurangnya media interaktif yang sesuai dengan perkembangan psikologis anak usia dini dan rendahnya literasi digital guru PAUD. Hal ini menyebabkan pembelajaran matematika cenderung bersifat abstrak dan kurang memberikan pengalaman bermakna bagi anak.

Hasil telaah dari Proposal Microgames menunjukkan bahwa media berbasis GeoGebra, khususnya microgames seperti *Under the Sea* dan *Count with Adaline*, mampu memberikan pengalaman numerasi yang konkret, visual, dan menyenangkan. Microgames mendukung perkembangan numerasi awal melalui aktivitas menghitung, mencocokkan jumlah, pengelompokan, hingga klasifikasi dalam konteks yang dekat dengan kehidupan anak. Selain itu, pendekatan *play-based learning* yang ditawarkan microgames dapat meningkatkan motivasi dan rasa percaya diri anak ketika berinteraksi dengan konsep-konsep matematika dasar.

Sementara itu, panduan *Math Under the Sea* memperlihatkan bahwa desain applet tematik yang kaya warna dan imajinatif mampu menciptakan suasana belajar yang menarik dan bebas tekanan. Applet seperti “Berapa Banyak Hewan Laut”, “Mengelompokkan Hewan Laut”, dan “Ayo Hitung Ubur-Uburnya!” telah terbukti mendorong keterlibatan anak secara aktif melalui manipulasi objek visual. Integrasi microgames dan applet memberikan potensi besar untuk menciptakan model pembelajaran emergent numeracy yang komprehensif, kontekstual, serta mudah diimplementasikan oleh calon guru PAUD di perguruan tinggi maupun Lab School.

2. Urgensi

Kebutuhan untuk memperkuat pembelajaran numerasi dasar pada PAUD semakin mendesak, mengingat standar global seperti OECD menekankan pentingnya *emergent numeracy* sebagai fondasi keterampilan matematika jangka panjang. Namun, di Indonesia konsep ini masih minim diterapkan, baik dalam kurikulum PAUD maupun dalam pembelajaran sehari-hari di kelas. Kurangnya media pembelajaran yang berbasis teknologi sederhana namun efektif menjadi salah satu penyebab utama lambatnya implementasi. Oleh karena itu, inovasi pembelajaran melalui microgames dan applet interaktif sangat relevan untuk mengatasi kesenjangan tersebut.

Di sisi lain, calon guru PAUD di perguruan tinggi belum mendapatkan pelatihan terstruktur mengenai bagaimana mengintegrasikan teknologi pembelajaran interaktif secara pedagogis. Keterbatasan literasi digital calon guru membuat mereka cenderung menggunakan metode tradisional yang kurang sesuai dengan karakteristik perkembangan anak usia dini. Padahal, calon guru merupakan aktor penting yang akan membawa transformasi pembelajaran matematika ke ruang-ruang kelas PAUD. Model ini hadir untuk menjembatani kebutuhan tersebut dengan menyediakan kerangka peningkatan kompetensi berbasis teknologi.

Urgensi model ini semakin kuat karena media yang digunakan—GeoGebra dan applet tematik—bersifat gratis, mudah diakses, dan tidak membutuhkan perangkat canggih. Artinya, model dapat direplikasi secara luas pada berbagai konteks, termasuk PAUD yang memiliki keterbatasan infrastruktur digital. Selain itu, microgames yang bersifat open-source memberi peluang bagi calon guru untuk tidak hanya menggunakan, tetapi juga menciptakan media pembelajaran mereka sendiri. Hal ini selaras dengan tuntutan kurikulum perguruan tinggi yang berorientasi pada kemampuan profesional dan kreativitas calon guru.

Model ini juga penting dalam konteks penguatan kolaborasi antara perguruan tinggi, Lab School, dan lembaga riset nasional. Penggunaan microgames dan applet memungkinkan pengumpulan data empiris yang kaya—baik terkait efektivitas media, motivasi belajar siswa, maupun kompetensi calon guru. Data ini dapat menjadi dasar pengembangan kebijakan pendidikan berbasis bukti (*evidence-based policy*), terutama dalam upaya nasional meningkatkan kualitas pembelajaran matematika di usia dini. Dengan demikian, model ini bukan hanya memberi manfaat pedagogis, tetapi juga memperkuat ekosistem inovasi pendidikan di Indonesia

3. Tujuan Model

1. Mengembangkan model pembelajaran emergent numeracy berbasis microgames GeoGebra dan applet interaktif.
1. Meningkatkan kompetensi pedagogis dan literasi digital calon guru PAUD di perguruan tinggi.
2. Menguatkan implementasi konsep numerasi awal di PAUD melalui media tematik kontekstual.
3. Mendorong kreativitas calon guru dalam mengembangkan microgames matematika.
4. Menghasilkan pola pembelajaran yang dapat direplikasi oleh lembaga PAUD dan prodi PAUD di Indonesia.

4. Deskripsi Model

Model Pengembangan Emergent Numeracy Berbasis Microgames GeoGebra dan Applet Interaktif “Math Under the Sea” dirancang sebagai kerangka komprehensif untuk membangun kompetensi numerasi awal pada anak usia dini melalui media digital. Model ini memadukan kekuatan microgames berbasis GeoGebra dengan pendekatan tematik *Math Under the Sea* yang bersifat visual, eksploratif, dan intuitif. Gabungan kedua pendekatan menghasilkan pengalaman belajar yang selaras dengan prinsip *play-based*

learning, yaitu belajar melalui interaksi aktif dengan objek yang menarik, penuh warna, dan dekat dengan dunia imajinatif anak.

Ciri utama model ini adalah progresi belajar bertahap yang dimulai dari aktivitas pengenalan objek visual, dilanjutkan dengan representasi simbolik, hingga kemampuan menghubungkan bilangan dengan jumlah benda. Pada tahap awal, applet digunakan untuk membangun pemahaman konkret tentang jumlah, pola, dan klasifikasi melalui interaksi sederhana seperti menghitung hewan laut atau mengelompokkan objek berdasarkan jenis. Tahap ini menjadi landasan penting bagi anak untuk memahami konsep numerasi sebelum masuk pembelajaran formal.

Tahap berikutnya menggunakan microgames GeoGebra yang memungkinkan interaksi lebih kompleks, seperti menghitung jumlah objek dalam konteks cerita, menyelesaikan tantangan berbasis permainan, atau memilih jawaban dengan sistem umpan balik langsung. Microgames mengaktifkan aspek motivasi intrinsik anak melalui elemen *reward*, tantangan, dan eksplorasi. Selain itu, struktur microgames yang dapat diubah (user-generated) memberi kesempatan bagi calon guru untuk belajar merancang media pembelajaran sendiri.

Model ini juga dirancang untuk memperkuat kompetensi calon guru PAUD dalam menggunakan dan menciptakan media digital interaktif. Setiap tahap model mencakup pelatihan, praktik desain, uji coba di Lab School, dan refleksi pedagogis. Dengan demikian, model ini tidak hanya berorientasi pada siswa PAUD sebagai penerima manfaat, tetapi juga pada calon guru sebagai perancang pembelajaran inovatif yang mampu menerapkan teknologi secara bermakna, kreatif, dan sesuai dengan karakteristik perkembangan anak

5. Komponen Model

Komponen pertama adalah Level Makro, yaitu kerangka kebijakan institusional yang mendukung integrasi emergent numeracy berbasis teknologi dalam kurikulum PAUD di perguruan tinggi. Level ini mencakup penyediaan mata kuliah terkait media pembelajaran digital, penyediaan perangkat, serta dukungan infrastruktur untuk penggunaan aplikasi terbuka seperti GeoGebra. Pada level ini juga ditetapkan arah pengembangan kompetensi calon guru agar selaras dengan kebutuhan literasi digital dan inovasi pembelajaran.

Komponen kedua adalah Level Meso, yaitu pembangunan ekosistem pembelajaran digital antara perguruan tinggi, Lab School, dan komunitas guru. Ekosistem ini memungkinkan terjadinya pertukaran praktik baik, penyimpanan dan berbagi microgames melalui platform digital, serta uji coba langsung media pada anak PAUD. Kolaborasi antarlembaga memperkuat keberlanjutan implementasi model dan memastikan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan bermutu, valid, dan relevan secara pedagogis.

Komponen ketiga adalah Level Mikro, yaitu strategi pembelajaran langsung bagi calon guru PAUD. Komponen ini mencakup pelatihan penggunaan applet dan microgames, pendampingan desain media baru, implementasi microgames di kelas PAUD, serta refleksi hasil observasi. Pada level ini kompetensi calon guru dikembangkan secara holistik: mulai dari kemampuan teknis mengoperasikan aplikasi, kemampuan pedagogis mengajar numerasi usia dini, hingga kemampuan analitis mengevaluasi motivasi dan perkembangan anak. Level mikro menjadi inti dari keberhasilan model karena berhubungan langsung dengan praktik pembelajaran nyata

6. Implementasi Model

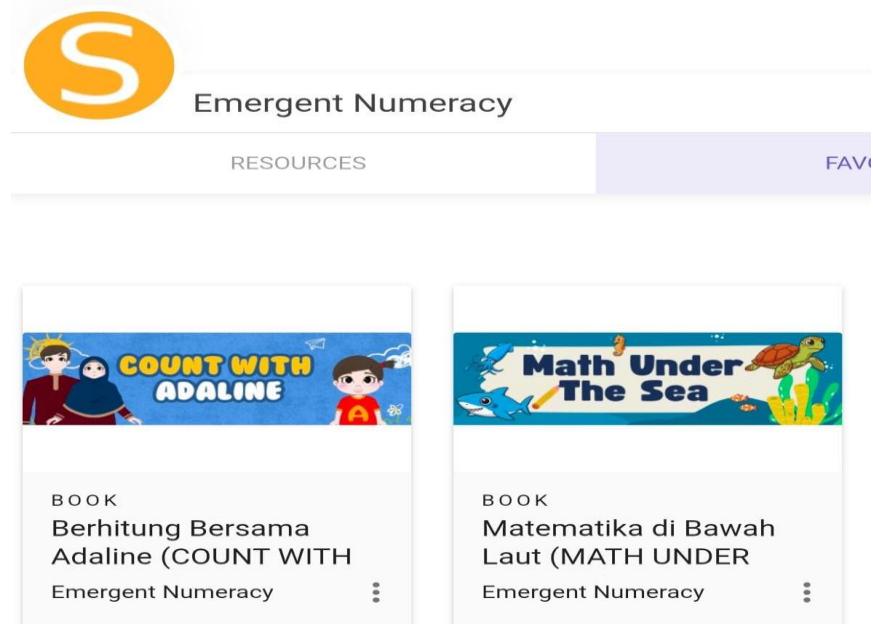
Tahap implementasi dimulai dari persiapan kurikulum dan pelatihan awal bagi calon guru PAUD. Pada tahap ini, dosen dan tim pengembang menyusun modul pelatihan yang meliputi pengenalan konsep emergent numeracy, penggunaan GeoGebra, serta eksplorasi applet Math Under the Sea. Calon guru diperkenalkan dengan prinsip-prinsip pedagogis yang mendasari pembelajaran berbasis permainan, sehingga memahami alasan pedagogis dari setiap aktivitas digital yang digunakan.

Tahap kedua adalah pelatihan teknis dan pedagogis, di mana calon guru mempraktikkan secara langsung penggunaan Microgames dan applet. Calon guru belajar bagaimana memodifikasi microgames, membuat aktivitas baru, serta mengintegrasikan konteks visual ke dalam pembelajaran numerasi. Dalam tahap ini, calon guru dibimbing untuk memahami hubungan antara desain permainan, representasi objek, dan konsep matematika yang ingin dicapai. Pelatihan dilakukan secara bertahap, mulai dari penggunaan dasar hingga pembuatan microgames baru.

Tahap ketiga adalah implementasi di Lab School, di mana calon guru melakukan uji coba langsung microgames kepada siswa PAUD. Pada tahap ini, interaksi anak diamati untuk menilai keterlibatan, motivasi, serta pemahaman numerasi yang muncul dari aktivitas bermain. Observasi dilakukan menggunakan instrumen yang telah disiapkan, sehingga data yang terkumpul dapat dianalisis secara sistematis. Interaksi langsung ini memberi pengalaman nyata bagi calon guru tentang bagaimana anak merespons media pembelajaran digital.

Tahap keempat adalah evaluasi dan refleksi, di mana calon guru bersama dosen mengevaluasi efektivitas media dan proses pembelajaran. Mereka menganalisis kekuatan dan kelemahan microgames, menilai tingkat motivasi anak, serta mengidentifikasi area perbaikan. Refleksi ini menjadi dasar untuk penyempurnaan desain microgames dan strategi pembelajaran. Hasil evaluasi digunakan untuk mengembangkan model pembelajaran yang lebih adaptif, sensitif terhadap perkembangan anak, dan selaras dengan kebutuhan kurikulum PAUD.

Tahap terakhir adalah **diseminasi dan replikasi**, yaitu publikasi hasil penelitian, pembuatan repositori microgames, serta pelatihan lanjutan untuk guru PAUD dan calon guru di kampus lain. Pada tahap ini, model disebarluaskan melalui seminar, workshop, publikasi ilmiah, serta registrasi Kekayaan Intelektual (KI) untuk microgames dan panduan penggunaan. Tahap ini memastikan bahwa model tidak hanya digunakan dalam lingkup penelitian, tetapi juga dapat menjadi acuan nasional dalam inovasi pembelajaran numerasi awal.



Gambar 1. Tampilan Buku Digital Microgames "Count With Adaline" dan "Math Under the Sea" pada Platform GeoGebra. <https://www.geogebra.org/u/cfrcbrin#favorites>

Gambar ini menunjukkan dua buku digital microgames yang telah dikembangkan, yaitu *Count With Adaline* dan *Math Under the Sea*. Kedua produk ini berisi aktivitas emergent numeracy berbasis permainan visual yang dirancang menggunakan GeoGebra.

Menghitung Cumi-cumi

Author: Emergent Numeracy



Gambar 2. A sample applet of microgames for teaching emergent numeracy using GeoGebra platform (<https://www.geogebra.org/m/fx82jb7v>)

Gambar ini menampilkan salah satu aktivitas numerasi awal yang digunakan dalam implementasi model, yaitu microgame “Menghitung Cumi-cumi”. Anak diminta mengklik objek cumi-cumi satu per satu untuk menghitung jumlahnya, sehingga melatih kemampuan *one-to-one correspondence* dan konsep bilangan secara konkret. Aktivitas ini terbukti meningkatkan antusiasme dan fokus anak selama sesi pembelajaran

7. Kesimpulan

Model Pengembangan Emergent Numeracy Berbasis Microgames GeoGebra dan Applet Interaktif “Math Under the Sea” menawarkan pendekatan komprehensif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran matematika pada PAUD serta kompetensi digital calon guru. Melalui integrasi visual tematik, interaktivitas microgames, dan progresi belajar bertahap, model ini mampu menjadikan konsep numerasi awal lebih konkret, menyenangkan, dan mudah dipahami oleh anak usia dini.

Selain itu, model ini memberikan kerangka operasional yang kuat bagi perguruan tinggi untuk melatih calon guru menjadi desainer media pembelajaran digital yang kreatif. Implementasi model di Lab School memungkinkan terjadinya pembelajaran berbasis bukti yang dapat meningkatkan motivasi belajar anak sekaligus memperkuat kompetensi pedagogis calon guru. Model ini memiliki potensi replikasi tinggi dan dapat mendukung pencapaian pendidikan berkualitas di Indonesia.

8. Rekomendasi

Untuk memastikan keberlanjutan model, disarankan agar perguruan tinggi mengintegrasikan pelatihan microgames dan applet interaktif dalam kurikulum PAUD, memperkuat kolaborasi dengan Lab School sebagai ruang uji coba, serta mengembangkan repositori microgames nasional yang dapat diakses oleh guru dan calon guru. Pemerintah dan lembaga riset seperti BRIN juga perlu memberikan dukungan dalam bentuk kebijakan, pendanaan, dan pelatihan berkelanjutan agar model ini dapat diterapkan secara luas dan konsisten di seluruh Indonesia.

Daftar Pustaka

- Alam, Z., Muhd Nazrul Hisham, Samsudin, S. A., Kamaruddin, M. J., & Zakaria, Z. Y. (2022). Introducing Arduino as an Effective Online Distance Learning Tool in Final Year Project for Chemical Engineering Student. *Asean Journal of Engineering Education*, 6(1), 69–82. <https://doi.org/10.11113/ajee2022.6n1.88>
- Bakker, A. (2018). *Design Research in Education: A Practical Guide for Early Career Researchers* (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203701010>
- Cvjetkovic, V. M. (2018). Pocket Labs Supported IoT Teaching. *International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP)*, 8(2), 32–48. <https://doi.org/10.3991/ijep.v8i2.8129>
- Karvinen, K. (2019). Choosing novice friendly sensors. *International Journal of Electrical Engineering & Education*, 56(3), 251–264. <https://doi.org/10.1177/0020720918800821>
- Kompas.com. (2024). Pemerintah Masukkan Coding Jadi Mapel Pilihan Mulai Tahun Ajaran Baru. Diakses dari <https://www.kompas.com/edu/read/2024/11/21/143116971/pemerintah-masukkan-coding-jadi-mapel-pilihan-mulai-tahun-ajaran-baru>.
- Lembaga Pengelola Dana Pendidikan. (2024). *RISPRO Technology Brief Vol. 7: Artificial Intelligence dan Internet of Things (IoT) Mempermudah Segalanya*. Jakarta: Kementerian Keuangan

Republik Indonesia.

RRI.co.id. (2024). Wapres Usulkan Coding Dipelajari di Sekolah. Diakses dari <https://www.rri.co.id/iptek/1111850/wapres-usulkan-coding-dipelajari-di-sekolah>.

Sharma, P. (2023). Internet of Things (IoT): Study of Arduino and Raspberry pie and their applications in various domains. *International Journal of Research Publication and Reviews*, 4(9), 2468–2477. <https://doi.org/10.55248/gengpi.4.923.92507>

Tim Penyusun

1. Seoharto, M.Pd. Ph.D
2. Sumarni, M.Si.
3. Dr. Abdul Kadir Ahmad, Lc