

Desain Permainan Tradisional Engklek Berbasis IoT dalam Meningkatkan Kemampuan Motorik Kasar Anak AUD (Anak Usia Dini)

Nugra Atsaury Saragih¹ Rizki Ramadhani²

¹ Prodi Sistem Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jl. Kapten Muchtar Basri No. 3, Medan, Sumatera Utara

² Prodi PG PAUD, Universitas Negeri Medan, Jl. Willem Iskandar Medan, Sumatera Utara, Indonesia

E-mail : nugraatsaurysaragih@umsu.ac.id, rizkiramram@unimed.ac.id

Abstrak: Permainan tradisional engklek diakui secara empiris mampu menstimulasi aspek motorik kasar anak, namun implementasinya di satuan PAUD (Pendidikan Anak Usia Dini) menghadapi kendala keterbatasan ruang, keamanan lingkungan, dan minimnya umpan balik berbasis data bagi pendidik serta rendahnya ketertarikan anak dengan permainan tradisional. Penelitian ini bertujuan mengembangkan desain permainan tradisional engklek berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mengintegrasikan sensor ultrasonik, mikrokontroler ESP32, dan sistem umpan balik *audio-visual* sebagai alat deteksi gerakan motorik kasar anak. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development (R&D)* model ADDIE pada tahapan analisis dan desain. Hasil desain perangkat menunjukkan bahwa media pembelajaran ini akan mampu mendeteksi pola gerakan melompat anak pada 7 garis batas kotak memberikan umpan balik bunyi *buzzer* secara *real-time*, serta meningkatkan keterlibatan (*engagement*) dan ketertarikan anak memainkan permainan tradisional. Permainan tradisional engklek berbasis IoT berpotensi menjadi inovasi pembelajaran yang efektif untuk stimulasi motorik kasar anak usia dini.

Kata Kunci: Motorik kasar, anak usia dini, engklek, IoT, media pembelajaran, ESP32

Abstract: The traditional game hopscotch (*engklek*) is empirically recognized as an effective stimulator of children's gross motor skills; however, its implementation in modern early childhood education (ECE) settings faces challenges including limited space, environmental safety, and minimal data-based feedback for educators and decreasing children interest play traditional game. This study aims to design an IoT-based hopscotch (*engklek*) integrating ultrasonic sensors, ESP32 microcontroller, and an audio-visual feedback system for detecting children's gross motor movements. The research employs the Research and Development (R&D) method using the ADDIE model in analysis and design phase. Results indicate that the medium will be able detect children's jumping movement patterns across 7 boundary lines, provide real-time buzzer feedback, and hopefully enhance child engagement and interest in playing traditional game. The IoT-based hopscotch (*engklek*) has potential as an effective learning innovation for stimulating gross motor skills in early childhood.

Keyword: gross motor skills, early childhood, hopscotch, IoT, traditional game, ESP32

1. Pendahuluan

Masa anak usia dini (0–6 tahun) merupakan periode emas (*golden age*) perkembangan manusia di mana seluruh aspek perkembangan—kognitif, bahasa, sosial-emosional, seni, dan fisik-motorik—berlangsung secara pesat dan bersifat sensitif terhadap stimulasi lingkungan (Berk, 2013; Piaget, 1952). Di antara berbagai aspek tersebut, perkembangan fisik-motorik, khususnya motorik kasar, memegang peranan krusial karena berkaitan langsung dengan kesiapan anak menjalani aktivitas sehari-hari, kepercayaan diri, dan fondasi kesehatan jangka panjang.

Motorik kasar (*gross motor*) didefinisikan sebagai kemampuan gerak tubuh yang menggunakan otot-otot besar, koordinasi neuromuskular, serta pengintegrasian informasi sensoris untuk menghasilkan gerakan terencana dan terkontrol (Gallahue & Ozmun, 2006). Pada anak usia 4–6 tahun, kompetensi motorik kasar yang diharapkan mencakup: (1) kemampuan melompat dengan satu kaki (*hopping*), (2) keseimbangan dinamis saat berpindah posisi, (3) koordinasi mata-kaki, dan (4) kemampuan mengontrol kekuatan dan arah gerakan (Depdiknas, 2010; Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2014).

Data empiris menunjukkan bahwa prevalensi keterlambatan motorik kasar pada anak usia dini di Indonesia mencapai 13,6–24,7% bergantung pada wilayah dan kondisi sosial-ekonomi keluarga (Kemenkes RI, 2022). Keterlambatan ini apabila tidak ditangani sedini mungkin berpotensi berdampak pada kesulitan belajar, rendahnya prestasi akademik, dan gangguan perkembangan sosial-emosional di kemudian hari (Diamond, 2000; Piek et al., 2008).

Salah satu strategi stimulasi motorik kasar yang telah digunakan secara turun-temurun di Indonesia adalah permainan tradisional engklek. Engklek merupakan permainan melompat di atas pola kotak yang digambar di lantai, yang secara inheren melatih keseimbangan satu kaki, koordinasi gerak, perencanaan motorik, serta kontrol impuls anak (Musfiroh, 2008; Sugianto, 1995). Penelitian Widiyatmoko (2019) membuktikan bahwa intervensi permainan engklek selama 8 minggu secara signifikan meningkatkan kemampuan keseimbangan dinamis dan koordinasi mata-kaki anak TK kelompok B.

Namun demikian, implementasi engklek konvensional di satuan PAUD modern menghadapi sejumlah tantangan praktis. Pertama, keterbatasan ruang *indoor* di banyak lembaga PAUD perkotaan membuat pemasangan pola engklek permanen tidak *feasible*. Kedua, permainan engklek konvensional tidak menyediakan umpan balik (*feedback*) objektif dan terukur bagi guru untuk memantau progres motorik individual setiap anak. Ketiga, tidak adanya indikator keberhasilan yang jelas membuat anak kurang termotivasi

untuk berlatih mandiri. Keempat, aspek keamanan—seperti anak melompat keluar batas kotak tanpa disadari—sulit dipantau secara simultan oleh satu guru di kelas dengan jumlah anak yang banyak.

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) menawarkan solusi atas tantangan-tantangan tersebut. IoT memungkinkan integrasi sensor fisik, pemrosesan data mikrokontroler, dan sistem umpan balik real-time dalam sebuah perangkat yang relatif terjangkau dan dapat dikustomisasi sesuai kebutuhan pembelajaran (Ashton, 2009). *Mikrokontroler ESP32* dengan kemampuan WiFi dan Bluetooth terintegrasi menjadi pilihan yang relevan untuk pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis IoT di lingkungan pendidikan

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini mengembangkan Papan Engklek Berbasis IoT —sebuah media pembelajaran inovatif yang mengintegrasikan teknologi sensor ultrasonik untuk mendeteksi gerakan melompat anak, memberikan umpan balik audio secara instan, serta memungkinkan pendidik PAUD untuk memantau pola motorik kasar anak secara lebih objektif dan terstruktur. Penelitian ini diharapkan berkontribusi pada pengayaan model media pembelajaran berbasis teknologi yang responsif terhadap kebutuhan perkembangan anak usia dini.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development (R&D)* dengan model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) yang dikembangkan oleh Dick & Carey pada tahun 2015. Model ADDIE dipilih karena bersifat sistematis, iteratif, dan berorientasi pada evaluasi di setiap tahap pengembangan, sehingga relevan untuk menghasilkan media pembelajaran yang valid, praktis, dan efektif. Penelitian ini dibatasi pada tahapan *Analysis* dan *Design*.

3. Hasil dan Diskusi

Metode analisis yang digunakan adalah analisis dokumen berupa analisis terhadap kurikulum, laporan kinerja, atau hasil evaluasi dari penelitian sebelumnya yang selanjutnya menjadi dasar dalam desain perangkat dan spesifikasi media pembelajaran Engklek berbasis IoT.

3.1. Tahapan Analisis

Engklek (dalam berbagai daerah juga dikenal sebagai sondah, tepok gunung, atau plasikan) adalah permainan tradisional Indonesia yang dimainkan dengan cara melompat

pola kotak bersusun menggunakan satu kaki secara bergantian. Pola standar terdiri dari 9 kotak tersusun vertikal dengan satu area setengah lingkaran di bagian atas sebagai 'rumah' (Sukirman, 2004).

Dari perspektif perkembangan motorik, permainan engklek memberikan stimulus yang kaya dan terstruktur terhadap berbagai komponen motorik kasar: (1) keseimbangan dinamis—mempertahankan posisi tubuh saat melompat dengan satu kaki; (2) koordinasi bilateral—mengintegrasikan gerakan lengan dan tungkai; (3) propriosepsi—kesadaran posisi tubuh dalam ruang; (4) perencanaan motorik—mengkalkulasi jarak dan kekuatan lompatan; serta (5) kontrol postural—menjaga keseimbangan saat mendarat (Musfiroh, 2008; Sujiono, 2010). Penelitian Widiyatmoko (2019) pada 30 anak TK kelompok B membuktikan bahwa intervensi engklek selama 8 minggu (3 sesi/minggu) menghasilkan peningkatan signifikan pada skor keseimbangan dinamis ($p < 0,01$) dan koordinasi mata-kaki ($p < 0,05$) dibandingkan kelompok kontrol. Sementara itu, Rahmawati & Kurniasih (2021) menemukan korelasi positif yang signifikan ($r = 0,68$; $p < 0,01$) antara intensitas bermain engklek dengan perkembangan motorik kasar anak usia 5 tahun.

Internet of Things (IoT) merujuk pada jaringan perangkat fisik yang dilengkapi sensor, aktuator, dan konektivitas jaringan untuk mengumpulkan dan bertukar data (Ashton, 2009). Dalam konteks pendidikan, penerapan IoT membuka peluang untuk menciptakan lingkungan belajar yang responsif, adaptif, dan mampu memberikan umpan balik berbasis data secara real-time (Hsu & Ching, 2013).

Di ranah PAUD, integrasi teknologi termasuk IoT perlu mempertimbangkan prinsip-prinsip *Developmentally Appropriate Practice* (DAP) yang digariskan oleh NAEYC (2020) yaitu teknologi digunakan sebagai alat yang mendukung, bukan menggantikan, interaksi dan eksplorasi fisik anak; penggunaan teknologi harus meningkatkan kualitas pengalaman belajar; serta desain harus inklusif dan dapat diakses oleh semua anak termasuk yang memiliki kebutuhan khusus.

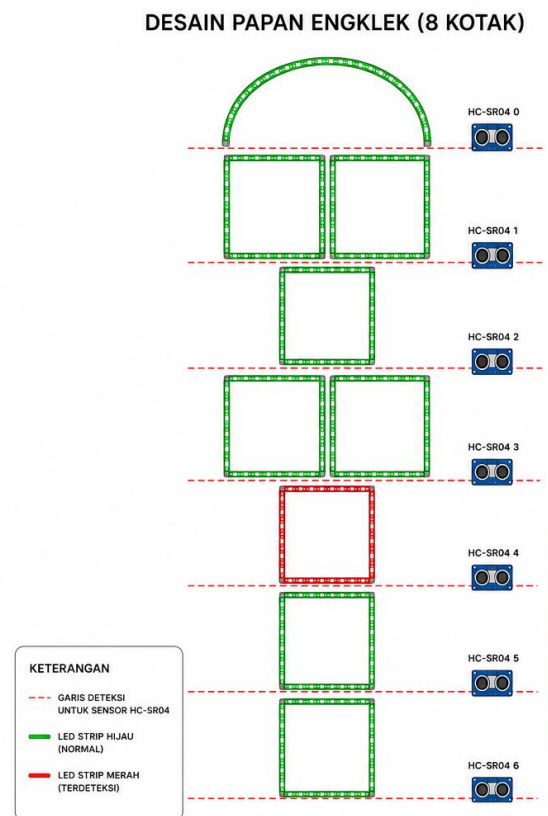
Penelitian yang dilakukan oleh Nuraini dkk. mengembangkan mainan edukatif berbasis sensor sentuh untuk stimulasi kognitif anak usia 3–4 tahun dan membuktikan bahwa umpan balik audio-visual instan meningkatkan motivasi intrinsik anak untuk mengulang aktivitas. Hal ini sejalan dengan teori *operant conditioning Skinner* (1938) yang menekankan peran penguatan (*reinforcement*) segera setelah perilaku target muncul.

Sensor ultrasonik HC-SR04 yang digunakan dalam penelitian ini bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara: gelombang ultrasonik 40 kHz dipancarkan dan waktu kembali pantulan diukur untuk menghitung jarak objek (0–400 cm, akurasi ± 3 mm). Kelebihan sensor ini untuk aplikasi PAUD antara lain: harga terjangkau (Rp. 8.000–

Rp. 15.000), tidak memerlukan kontak fisik, aman untuk anak, dan tidak dipengaruhi pencahayaan ruangan (Ultraschall, 2019).

3.2. Tahapan Desain

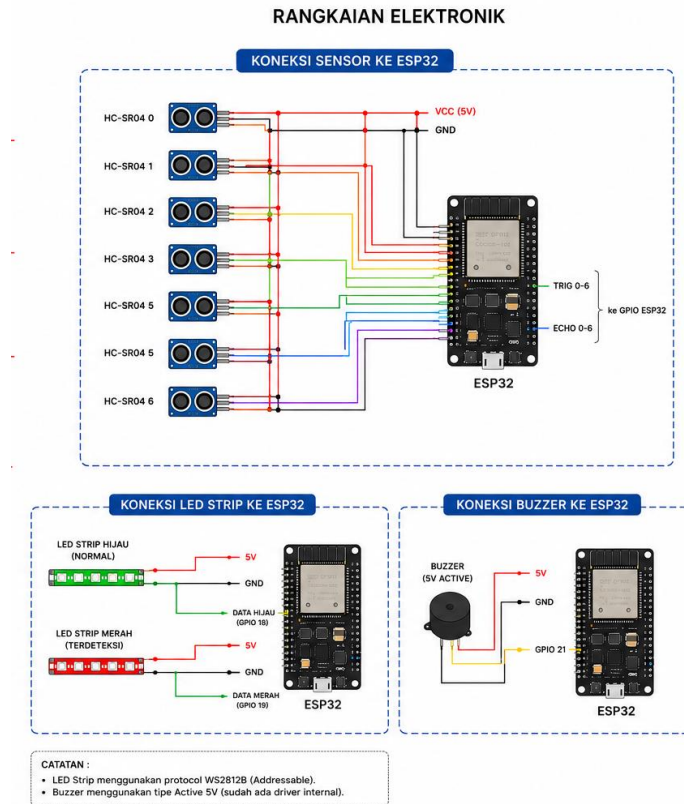
Analisis terhadap hasil-hasil penelitian dan teori terkait pada tahapan sebelumnya memberikan deskripsi kebutuhan produk yang akan didesain. Produk yang didesain adalah papan engklek berbasis IoT dengan spesifikasi sebagai berikut: dimensi papan 60×470 cm, terdiri dari 9 kotak bermain (kotak tunggal: 30×50 cm; kotak ganda: 60×50 cm) dan 1 zona setengah lingkaran (diameter 100 cm). Permukaan papan menggunakan akrilik transparan 5 mm yang memungkinkan cahaya LED strip WS2812B dari bawah menembus ke permukaan, menciptakan efek visual yang menarik bagi anak.



Gambar 1. Desain papan engklek berbasis IoT dengan sensor deteksi kaki

Sistem sensor terdiri dari 7 unit HC-SR04 yang dipasang secara horizontal di dalam kotak memanjang di samping garis batas kotak permainan pada ketinggian 10–15 cm dari lantai. Posisi ini dipilih berdasarkan pertimbangan antropometri kaki anak usia 5–6 tahun (tinggi

pergelangan kaki rata-rata 8–12 cm) sehingga sensor dapat mendeteksi kaki anak saat melintas tanpa terpicu oleh bagian tubuh lain.



Gambar 2. Desain Rangkaian elektronik antara sensor HC-SR04, LED Strip dan Buzzer ke ESP32

Umpan balik audio berupa buzzer aktif 3V yang berbunyi selama 150 ms setiap kali sensor mendeteksi lintasan kaki anak dan lampu LED yang menyala merah. Sedangkan, LED yang menyala hijau sebagai umpan balik yang mengindikasikan kotak yang diinjak adalah benar. Umpan balik ini dirancang berdasarkan prinsip *immediate reinforcement* dalam teori behaviorisme (Skinner, 1938) untuk memberikan konfirmasi kepada anak bahwa anak melompat pada kotak yang benar.

Tabel 1. Spesifikasi Teknis Media Pembelajaran Engklek Berbasis IoT

Komponen	Spesifikasi	Fungsi dalam PAUD
Mikrokontroler	ESP32 DevKit V1, WiFi+BT, 240 MHz	Pemrosesan data deteksi gerakan
Sensor deteksi	HC-SR04 ×7, jarak 2–400 cm, ±3 mm	Mendeteksi lintasan kaki di garis batas
Umpan balik audio	Buzzer aktif 3V, 150 ms/bunyi	<i>Reinforcement</i> positif instan untuk anak
Umpan balik visual	LED Strip WS2812B	Efek visual menarik untuk anak
Permukaan bermain	Akrilik transparan 5 mm, 60×470 cm	Area bermain aman, mudah dibersihkan
Sumber daya	Adaptor 5V/3A, kabel USB-C	Operasional stabil di lingkungan sekolah
Dimensi kotak	Tunggal: 30×50 cm; Ganda: 60×50 cm	Sesuai proporsi tubuh anak 5–6 tahun
Ketinggian sensor	10–15 cm dari lantai	Sesuai antropometri kaki anak PAUD

4. Simpulan

Permainan tradisional engklek berbasis IoT berhasil didesain menggunakan model ADDIE dengan spesifikasi teknis: ESP32, 7x sensor HC-SR04, buzzer aktif, permukaan akrilik transparan, dan LED strip WS2812B. Desain papan (60×470 cm) dan ketinggian sensor (10–15 cm) telah disesuaikan dengan antropometri dan karakteristik perkembangan anak usia 5–6 tahun. Media ini dapat diimplementasikan sebagai perangkat pembelajaran rutin dalam program stimulasi motorik, terutama untuk anak yang menunjukkan indikasi keterlambatan keseimbangan dan koordinasi sambil mengenalkan permainan tradisional. Penelitian selanjutnya dapat dikembangkan pada seluruh tahapan ADDIE berikutnya yaitu *development* sampai dengan tahapan *evaluation*.

5. Daftar Rujukan

- Ashton, K. (2009). That 'Internet Of Things' Thing. *RFID Journal*, 22(7), 97–114.
- Berk, L. E. (2013). *Child Development* (9th ed.). Pearson Education.
- Diamond, A. (2000). Close Interrelation Of Motor Development And Cognitive Development And Of The Cerebellum And Prefrontal Cortex. *Child Development*, 71(1), 44–56.
- Dick, W., Carey, L., & Carey, J. O. (2015). *The Systematic Design Of Instruction* (8th ed.). Pearson.

- Gallahue, D. L., & Ozmun, J. C. (2006). *Understanding Motor Development: Infants, Children, Adolescents, Adults* (6th Ed.). McGraw-Hill.
- Hsu, Y. C., & Ching, Y. H. (2013). Mobile computer-supported collaborative learning: a review of experimental research. *British Journal Of Educational Technology*, 44(5), E111–E114.
- Kementerian Kesehatan RI. (2022). *Pedoman Pelaksanaan Stimulasi, Deteksi Dan Intervensi Dini Tumbuh Kembang Anak*. Kemenkes RI.
- Musfiroh, T. (2008). *Cerdas Melalui Bermain*. Grasindo.
- NAEYC. (2020). *Developmentally Appropriate Practice In Early Childhood Programs Serving Children From Birth Through Age 8* (4th ed.). NAEYC.
- Nuraini, F., Sari, D. P., & Permana, A. H. (2022). Pengembangan mainan edukatif berbasis sensor sentuh untuk stimulasi kognitif anak usia 3–4 tahun. *Jurnal Obsesi: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 6(4), 3201–3215.
- Piek, J. P., et al. (2008). The role of early fine and gross motor development on later motor and cognitive ability. *Human Movement Science*, 27(5), 668–681.
- Piaget, J. (1952). *The Origins Of Intelligence In Children*. International Universities Press.
- Rahmawati, A., & Kurniasih, D. (2021). Hubungan intensitas bermain engklek dengan perkembangan motorik kasar anak usia 5 tahun. *Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 15(2), 88–97.
- Skinner, B. F. (1938). *The Behavior Of Organisms: An Experimental Analysis*. Appleton-Century-Crofts.
- Sujiono, B. (2010). *Metode Pengembangan Fisik*. Universitas Terbuka.
- Sugianto, M. (1995). *Bermain, Mainan, Dan Permainan*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Sukirman, D. (2004). *Permainan Tradisional Jawa*. Kepel Press.
- Widiyatmoko, F. A. (2019). Pengaruh permainan engklek terhadap keseimbangan dinamis dan koordinasi mata-kaki anak tk kelompok b. *jurnal keolahragaan*, 7(1), 61–70.