

## Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Pengenalan Angka dan Huruf Berbasis Adobe Flash dengan Pendekatan UCD di PAUD Tiga Balata

M Bobby Kurniawan Nasution<sup>1)\*</sup>, Farida Gultom<sup>2)</sup>, Josua Antonius Surbakti<sup>3)</sup>, Fajar Gading Valentino<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup>Universitas Efarina, Indonesia

<sup>1)</sup>[mhdbobbi@gmail.com](mailto:mhdbobbi@gmail.com), <sup>2)</sup> [faridagultom20@gmail.com](mailto:faridagultom20@gmail.com), <sup>3)</sup> [josua678surbakti@gmail.com](mailto:josua678surbakti@gmail.com),

<sup>4)</sup> [fajarmanurung9@gmail.com](mailto:fajarmanurung9@gmail.com)



\*M Bobby Kurniawan Nasution

### Histori Artikel:

Submit: 2025-10-11

Diterima: 2025-11-03

Dipublikasikan: 2025-11-09

### Kata Kunci:

Adobe Flash; Angka; Huruf; Media Pembelajaran; User-Centered Design

### ABSTRAK

Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD) merupakan tahap fundamental dalam membentuk fondasi kognitif, emosional, sosial, serta karakter anak. Pada fase ini, anak berada pada masa keemasan (golden age) di mana stimulasi yang tepat akan sangat berpengaruh terhadap perkembangan selanjutnya. Di era digital saat ini, perkembangan teknologi informasi memberikan peluang besar dalam mendukung proses pembelajaran yang lebih menarik, interaktif, dan sesuai dengan gaya belajar anak. Salah satu bentuk inovasi yang dapat diterapkan adalah media pembelajaran digital berbasis interaktif yang dirancang khusus untuk anak usia dini. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan media pembelajaran interaktif pengenalan angka dan huruf di PAUD Tiga Balata dengan memanfaatkan Adobe Flash serta mengadopsi pendekatan User-Centered Design (UCD). UCD dipilih karena menekankan pentingnya keterlibatan pengguna utama, yaitu anak-anak, guru, dan orang tua, dalam seluruh proses perancangan. Tahapan penelitian meliputi identifikasi kebutuhan pengguna, pembuatan desain awal, pengujian usability, hingga revisi prototipe agar produk yang dihasilkan benar-benar sesuai dengan kebutuhan nyata di lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media yang dikembangkan tidak hanya mampu meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar anak, tetapi juga mempermudah guru serta orang tua dalam menyampaikan materi literasi awal. Berdasarkan hasil usability testing, tingkat kepuasan pengguna terhadap media ini mencapai 88%, yang termasuk dalam kategori sangat baik. Selain itu, pendekatan User-Centered Design (UCD) terbukti efektif menghasilkan media yang intuitif, mudah digunakan, dan menarik secara visual. Dengan demikian, media pembelajaran ini berpotensi menjadi solusi inovatif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran di PAUD, terutama dalam penguasaan dasar literasi berupa pengenalan angka dan huruf.

Jurnal Pendidikan Sains dan Komputer is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0).

### LATAR BELAKANG

Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD) merupakan fondasi penting dalam sistem pendidikan nasional yang menentukan kualitas sumber daya manusia di masa depan. Periode usia dini, khususnya rentang 0-6 tahun, dikenal sebagai masa golden age di mana perkembangan otak anak mencapai 80% dari kapasitas otak orang dewasa. Pada masa ini, anak mengalami pertumbuhan yang pesat dalam berbagai aspek perkembangan, sehingga stimulasi yang tepat dan berkualitas menjadi sangat krusial. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD) memiliki peran strategis dalam membentuk dasar perkembangan kognitif, sosial, dan emosional anak. Rahmawati dan Prasetyo (2021) menegaskan bahwa stimulasi belajar yang tepat di usia dini berpengaruh langsung terhadap kesiapan anak memasuki jenjang pendidikan berikutnya, serta berdampak pada kemampuan akademik, keterampilan sosial, dan kesuksesan hidup jangka panjang.



Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah membuka peluang besar untuk meningkatkan kualitas pembelajaran di PAUD. Dalam konteks pembelajaran modern, Kurniawan dan Sari (2022) menyoroti pentingnya penerapan teknologi digital untuk meningkatkan efektivitas dan daya tarik proses belajar mengajar di PAUD. Teknologi digital memungkinkan terciptanya pengalaman belajar yang lebih interaktif, menarik, dan personal sesuai dengan gaya belajar masing-masing anak. Media pembelajaran berbasis teknologi dapat menyajikan konten edukatif melalui animasi, suara, gambar, dan elemen interaktif yang mampu merangsang multiple intelligences anak, sekaligus membangun motivasi intrinsik dalam proses pembelajaran. Selain itu, teknologi juga memfasilitasi pembelajaran yang dapat dilakukan kapan saja dan di mana saja, memberikan fleksibilitas yang lebih besar bagi orang tua dan pendidik dalam mendampingi proses belajar anak.

Namun, tantangan besar masih dihadapi dalam implementasi teknologi ini, terutama dalam konteks PAUD di Indonesia. Data dari Asesmen Nasional 2021 menunjukkan bahwa sekitar 50% anak di Indonesia memiliki tingkat literasi yang rendah, yang mencerminkan kurangnya akses dan penggunaan media pembelajaran yang efektif. Kondisi ini diperparah oleh keterbatasan infrastruktur teknologi di berbagai daerah, kurangnya kompetensi digital pendidik PAUD, serta minimnya ketersediaan media pembelajaran digital yang sesuai dengan karakteristik dan kebutuhan anak usia dini. Banyak aplikasi edukatif yang tersedia di pasaran tidak dirancang secara khusus untuk anak Indonesia, baik dari segi konten budaya maupun pendekatan pedagogisnya. Lebih jauh lagi, sebagian besar media pembelajaran digital yang ada cenderung bersifat one-size-fits-all, tidak mempertimbangkan keberagaman tingkat perkembangan, gaya belajar, dan konteks sosial budaya anak di Indonesia.

Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan yang signifikan antara potensi teknologi dalam pendidikan dan realitas implementasinya di lapangan. Kesenjangan ini tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga metodologis, di mana pengembangan media pembelajaran digital seringkali tidak melibatkan pengguna utama—anak dan pendidik—dalam proses perancangan dan pengembangannya. Akibatnya, banyak produk edukatif yang gagal memenuhi ekspektasi karena tidak sesuai dengan kebutuhan nyata pengguna, sulit digunakan, atau tidak mampu mempertahankan engagement anak dalam jangka panjang. Salah satu pendekatan yang dapat menjembatani kesenjangan ini adalah User-Centered Design (UCD), yang menempatkan kebutuhan dan karakteristik pengguna sebagai fokus utama dalam perancangan produk.

User-Centered Design (UCD) adalah metodologi perancangan yang melibatkan pengguna secara aktif dalam setiap tahap pengembangan produk, mulai dari analisis kebutuhan, perancangan, hingga evaluasi. Dalam konteks PAUD, pendekatan ini memastikan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan sesuai dengan tingkat perkembangan kognitif dan minat anak, serta mudah digunakan oleh pendidik dan orang tua sebagai fasilitator pembelajaran. Prinsip-prinsip UCD seperti usability, accessibility, dan desirability menjadi sangat relevan dalam merancang media pembelajaran untuk anak usia dini yang memiliki keterbatasan kemampuan motorik halus, rentang perhatian yang pendek, dan kemampuan membaca yang masih terbatas. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa aplikasi yang dirancang dengan pendekatan UCD dapat meningkatkan pengalaman belajar anak secara signifikan, meningkatkan engagement, serta memberikan hasil belajar yang lebih optimal dibandingkan dengan aplikasi yang tidak melibatkan pengguna dalam proses pengembangannya.

Kesenjangan antara media pembelajaran konvensional yang bersifat pasif—seperti buku cetak dan poster—dan media interaktif berbasis UCD yang melibatkan pengguna secara aktif menjadi dasar penting bagi penelitian ini. Media konvensional cenderung memberikan informasi secara satu arah tanpa memungkinkan anak untuk bereksplorasi, bereksperimen, dan mendapatkan umpan balik langsung atas tindakan mereka. Sementara itu, media interaktif berbasis UCD tidak hanya menyajikan konten, tetapi juga menciptakan pengalaman belajar yang personal, adaptif, dan menyenangkan. Media ini dapat menyesuaikan tingkat kesulitan berdasarkan kemampuan anak, memberikan reward dan motivasi yang tepat, serta memfasilitasi pembelajaran melalui trial and error tanpa rasa takut gagal. Lebih dari itu, pendekatan UCD memastikan bahwa antarmuka dan interaksi dirancang dengan mempertimbangkan keterbatasan kognitif dan motorik anak, sehingga teknologi menjadi enabler pembelajaran, bukan hambatan.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan media pembelajaran interaktif berbasis User-Centered Design guna meningkatkan efektivitas pembelajaran di PAUD. Media yang dikembangkan akan fokus pada pembelajaran literasi dan numerasi dasar dengan mengintegrasikan elemen gamifikasi, storytelling, dan multimodal interaction yang sesuai dengan karakteristik anak Indonesia. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis berupa produk media pembelajaran yang efektif dan inovatif, serta kontribusi teoretis dalam bentuk pemahaman yang lebih mendalam mengenai penerapan metodologi UCD dalam konteks pengembangan media edukatif untuk anak usia dini di Indonesia.

### STUDI LITERATUR

Penelitian sebelumnya menunjukkan efektivitas media interaktif berbasis Flash dalam meningkatkan literasi anak (Mayer, 2017; Fathurrahman et al., 2020). Fathurrahman et al. (2020) mengembangkan media pengenalan huruf berbasis Flash untuk PAUD dan menemukan adanya peningkatan minat belajar siswa. Nandari et al. (2023) juga membuktikan bahwa media interaktif berbasis Adobe Flash pada pelajaran IPA mampu meningkatkan pemahaman konsep dasar.

Selain itu, Hartati et al. (2021) merancang game edukasi berbasis Android menggunakan Adobe Flash CS6 dan menunjukkan peningkatan keterlibatan anak usia dini. Trisnawati et al. (2023) menambahkan bahwa media berbasis game edukatif dapat membantu pengenalan angka dan huruf lebih efektif dibanding metode konvensional. Hal ini sejalan dengan pandangan Piaget (1964) dan Vygotsky (1978), bahwa pengalaman belajar anak akan lebih bermakna jika melibatkan aspek visual, motorik, dan interaktif yang sesuai dengan tahap perkembangan kognitifnya.

Dari sisi metodologi, Utari et al. (2024) menekankan pentingnya penerapan *User-Centered Design (UCD)* dalam pengembangan aplikasi untuk memastikan kesesuaian dengan kebutuhan pengguna. Hal ini sejalan dengan temuan Alwan et al. (2024) yang menekankan peranan desain antarmuka ramah pengguna dalam meningkatkan pengalaman belajar. Norman (2013) juga menegaskan bahwa rancangan antarmuka yang berpusat pada pengguna dapat meningkatkan *user engagement* serta efektivitas pembelajaran digital.

Secara teoretis, Adobe Flash memiliki beberapa kelebihan dibandingkan platform lain dalam konteks pengembangan media pembelajaran interaktif untuk anak usia dini. Pertama, Adobe Flash memungkinkan integrasi yang kuat antara animasi, suara, dan interaktivitas dalam satu paket ringan yang dapat dijalankan secara offline, sehingga cocok digunakan di sekolah dengan keterbatasan jaringan internet (Hartati & Puspita, 2023). Kedua, Flash mendukung penggunaan ActionScript 3.0, yang memberikan fleksibilitas tinggi dalam membuat tombol interaktif, feedback otomatis, serta simulasi pembelajaran sederhana (Nurhidayah et al., 2022). Ketiga, dibandingkan dengan platform modern seperti HTML5 atau Unity, Adobe Flash memiliki antarmuka yang lebih mudah dipelajari oleh pengembang pendidikan non-teknis dan memerlukan sumber daya perangkat keras yang lebih rendah (Kurniawan & Sari, 2022).

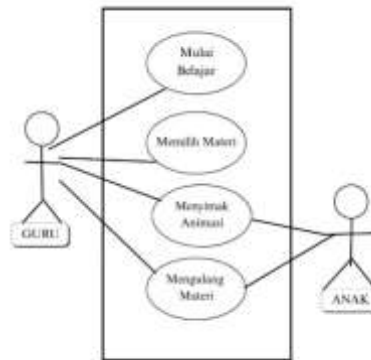
### METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) dengan metode deskriptif kualitatif untuk merancang dan menguji media pembelajaran interaktif berbasis Adobe Flash CS6 menggunakan pendekatan User-Centered Design (UCD) (Sugiyono, 2019). Pendekatan ini menekankan keterlibatan pengguna agar media sesuai dengan kebutuhan anak usia dini.

Subjek penelitian berjumlah 23 responden, terdiri dari 15 anak usia 4–6 tahun, 3 guru PAUD, dan 5 orang tua di PAUD Tiga Balata yang dipilih melalui teknik purposive sampling. Tahapan pengembangan mengikuti model UCD (ISO 9241-210:2019) yang mencakup: (1) analisis kebutuhan pengguna melalui observasi dan wawancara; (2) perancangan sistem dengan model UML; (3) pembuatan prototipe menggunakan Adobe Flash CS6 dan ActionScript 3.0; serta (4) evaluasi melalui usability testing.

Instrumen yang digunakan meliputi lembar observasi, kuesioner usability dengan skala Likert 4 poin, dan wawancara terbuka. Kuesioner mencakup empat indikator berdasarkan teori Human-Computer Interaction (Nielsen, 2012): kemudahan penggunaan, efisiensi interaksi, daya tarik visual dan audio, serta kepuasan pengguna.

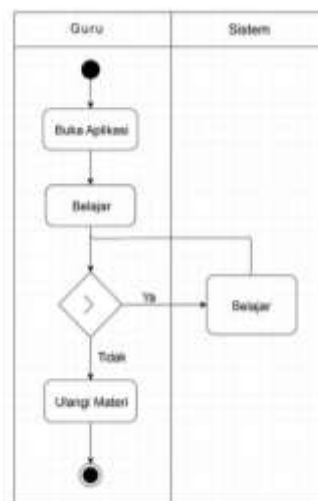
Data kuantitatif dianalisis menggunakan persentase kelayakan, sedangkan data kualitatif dari observasi dan wawancara dianalisis secara naratif untuk mendeskripsikan pengalaman dan tanggapan pengguna terhadap media.



Gambar. Use Case Diagram

Pada tahap berikutnya dilakukan pengembangan prototipe menggunakan *Adobe Flash CS6* yang dipadukan dengan *ActionScript 3.0* untuk mendukung interaktivitas. Prototipe yang dihasilkan berisi animasi huruf A-Z dan angka 1-10, dilengkapi dengan suara pelafalan serta tombol navigasi interaktif.

Selanjutnya, media diuji melalui pengujian kegunaan (*usability testing*) dengan melibatkan anak-anak, guru, dan orang tua. Instrumen yang digunakan berupa observasi, wawancara, dan kuesioner untuk mengukur tingkat kemudahan, tampilan, interaktivitas, serta manfaat media dalam pembelajaran. Data dianalisis dengan metode deskriptif kualitatif, dan hasilnya digunakan untuk menyempurnakan media melalui revisi pada aspek navigasi, audio, dan visual agar produk lebih efektif serta sesuai dengan kebutuhan pengguna.



Gambar. Activity Diagram

## HASIL

Penelitian ini menghasilkan media pembelajaran interaktif pengenalan angka dan huruf berbasis Adobe Flash CS6 dengan pendekatan User-Centered Design (UCD) yang melibatkan anak, guru, dan orang tua dalam setiap tahap pengembangan. Produk akhir berupa aplikasi pembelajaran interaktif dengan antarmuka sederhana, animasi menarik, serta dukungan audio untuk membantu proses belajar anak usia 4–6 tahun di PAUD Tiga Balata.

Media ini terdiri atas beberapa komponen utama:

1. Halaman Home – menampilkan tampilan awal dengan tombol “Masuk” yang membawa pengguna ke menu utama. Tampilan didesain menggunakan warna cerah dan ikon besar agar mudah dikenali oleh anak-anak.
2. Halaman Menu Utama – menyediakan tiga pilihan utama yaitu *Pengenalan Huruf*, *Pengenalan Angka*, dan *Kembali ke Beranda*. Struktur navigasi dirancang sederhana agar mudah digunakan oleh pengguna pemula.
3. Halaman Pengenalan Angka (1–10) – menampilkan animasi angka disertai efek suara pelafalan untuk setiap angka. Anak dapat mengulangi pelafalan melalui tombol navigasi interaktif.
4. Halaman Pengenalan Huruf (A–Z) – menampilkan animasi huruf dengan efek suara dan warna berbeda untuk setiap huruf guna meningkatkan daya ingat visual anak.

Hasil pengujian media dilakukan melalui tiga instrumen, yaitu observasi, wawancara, dan kuesioner usability yang diberikan kepada 23 responden (15 anak, 3 guru, dan 5 orang tua). Berdasarkan hasil usability testing, diperoleh data kuantitatif sebagai berikut:

Indikator Penilaian	Persentase	Kategori
Kemudahan penggunaan	90%	Sangat baik
Efisiensi interaksi	86%	Sangat baik
Daya tarik visual & audio	89%	Sangat baik
Kepuasan pengguna	88%	Sangat baik
Rata-rata keseluruhan	88%	Sangat Baik

Hasil observasi menunjukkan bahwa 93% anak mampu menggunakan tombol navigasi tanpa bantuan guru, sedangkan 91% anak dapat melafalkan angka 1–10 dengan benar setelah menggunakan media dua kali. Pada sesi pengenalan huruf, 89% anak berhasil mengenali huruf dengan tepat setelah dua kali penggunaan.

Selain itu, hasil wawancara dengan guru menunjukkan bahwa media ini:

- Mempermudah proses pembelajaran angka dan huruf secara mandiri.
- Mengurangi ketergantungan pada alat peraga konvensional.
- Membuat anak lebih fokus dan termotivasi selama kegiatan belajar.

Data tersebut menunjukkan bahwa media pembelajaran interaktif berbasis Adobe Flash yang dikembangkan melalui pendekatan UCD telah memenuhi aspek fungsionalitas, kemudahan, dan keterlibatan pengguna (engagement) sesuai dengan karakteristik anak usia dini.

## PEMBAHASAN

### 1. Tampilan Home

Pada tampilan awal menampilkan halaman utama untuk masuk ke tampilan pengenalan angka dan huruf. Pengguna dapat mengklik tombol *masuk* untuk memulai animasi pengenalan angka dan huruf. Tampilan ini dirancang dengan antarmuka sederhana dan warna yang cerah agar menarik perhatian anak-anak. Menurut Norman (2013), tampilan visual yang menarik dan intuitif merupakan salah satu kunci penting dalam meningkatkan *user engagement* pada media interaktif.

Hasil observasi menunjukkan bahwa anak-anak lebih antusias ketika tampilan awal memuat elemen visual yang dinamis. Hal ini memperkuat temuan Mayer (2017) bahwa animasi dan warna cerah mampu memperkuat fokus dan retensi informasi pada anak usia dini.



Gambar 1. Tampilan Home

### 2. Tampilan Pengenalan Angka Dan Huruf

Pada halaman ini terdapat tiga tombol utama, yaitu angka, huruf, dan home, yang memudahkan pengguna memilih bagian pembelajaran sesuai kebutuhan. Antarmuka dirancang berdasarkan prinsip User-Centered Design (UCD) agar anak dapat menavigasi fitur dengan mudah dan intuitif. Hasil usability testing menunjukkan bahwa 93% anak mampu menggunakan tombol-tombol tersebut secara mandiri tanpa bantuan guru, menandakan bahwa desain navigasi telah memenuhi aspek usability dalam UCD.

Guru juga menilai bahwa navigasi sederhana membantu proses pendampingan pembelajaran dan meminimalkan kebingungan pada anak. Temuan ini sejalan dengan penelitian Utari et al. (2024) yang menyatakan bahwa desain antarmuka yang mudah digunakan mampu meningkatkan kenyamanan pengguna serta efektivitas media pembelajaran digital.



Gambar 2. Tampilan Pengenalan Angka dan Huruf

### 3. Tampilan Animasi Angka

Tampilan animasi angka menampilkan urutan 1 hingga 10 disertai efek suara pelafalan pada setiap angka. Desain ini mengombinasikan stimulus visual dan auditori agar anak dapat belajar melalui pengamatan dan pendengaran secara bersamaan. Di bagian bawah terdapat tombol navigasi untuk kembali ke halaman utama,

sehingga anak dapat mengulangi materi dengan mudah. Berdasarkan hasil observasi dan usability testing, sekitar 91% anak mampu mengikuti dan mengulangi pelafalan angka dengan benar setelah mendengarkan panduan suara. Hal ini menunjukkan bahwa fitur audio interaktif efektif membantu anak memahami konsep bilangan dasar.

Temuan ini memperkuat teori Dual Coding yang dikemukakan oleh Mayer (2017), bahwa penyajian informasi secara visual dan auditori secara bersamaan meningkatkan pemahaman dan daya ingat anak terhadap materi pembelajaran.



Gambar 3. Tampilan Animasi Angka

#### 4. Tampilan Animasi Huruf

Tampilan animasi huruf menampilkan urutan A–Z, di mana setiap huruf dapat diklik untuk memunculkan efek suara pelafalan yang sesuai. Desain interaktif ini memungkinkan anak belajar secara mandiri melalui kombinasi visual, audio, dan interaksi langsung. Berdasarkan hasil usability testing, sekitar 89% anak mampu mengenali huruf dengan benar setelah dua kali penggunaan media, menunjukkan bahwa integrasi audio dan animasi membantu mempercepat proses pengenalan huruf.

Guru juga menilai tampilan ini memudahkan mereka dalam menjelaskan materi secara berulang tanpa harus menggunakan alat bantu konvensional. Temuan ini sejalan dengan penelitian Fathurrahman et al. (2020) dan Trisnawati et al. (2023), yang membuktikan bahwa media interaktif berbasis animasi dan game edukatif dapat meningkatkan kemampuan literasi awal anak usia dini secara signifikan. Dengan demikian, penerapan User-Centered Design (UCD) melalui integrasi suara dan animasi terbukti efektif menciptakan pengalaman belajar yang menarik, menyenangkan, dan mudah dipahami oleh anak.



Gambar 4. Tampilan Animasi Huruf

### KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan media pembelajaran interaktif pengenalan angka dan huruf berbasis Adobe Flash CS6 dengan pendekatan *User-Centered Design (UCD)*. Hasil *usability testing* menunjukkan rata-rata tingkat kepuasan pengguna sebesar 88%, yang termasuk kategori sangat baik. Media ini dinilai mudah digunakan, intuitif bagi anak-anak, dan menarik secara visual, sehingga mampu meningkatkan motivasi serta pemahaman anak dalam mengenal angka dan huruf dasar.

Penerapan prinsip UCD menjadikan proses perancangan lebih terarah dan sesuai dengan kebutuhan pengguna, yaitu anak, guru, dan orang tua. Dengan demikian, media ini dapat dijadikan alternatif efektif untuk mendukung pembelajaran literasi awal di PAUD. Penelitian berikutnya disarankan untuk menguji efektivitas media pada skala yang lebih luas dan mengintegrasikannya dengan platform pembelajaran berbasis mobile agar dapat menjangkau lebih banyak pengguna dan memperkuat hasil penelitian ini.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan jurnal ini penulis mengucapkan terimakasih pada:

1. Bapak DR.J.R. Saragih, SH, MM. Selaku Bapak pendiri Yayasan Universitas Efarina Siantar.
2. Kepada Ibu Farida Gultom, S. Kom, M, Kom. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Efarina PematangSiantar sekaligus pembimbing II
3. Kepada Muhammad Bobby Kurniawan Nasution ST, M. Kom. selaku pembimbing I
4. Kepada keluarga dan juga teman teman yang sudah membantu dalam bentuk materi maupun diluar materi

### REFERENSI

- Alwan, R. R., Saepiani, A. S. A., & Sofian, Y. S. Y. (2025). User interface design of soil fertility measuring application using user centered design method. *Jurnal Riset Teknik Informatika*, 1(3), 173–178. <https://doi.org/10.5678/jrti.v1i3.173>
- Fathurrahman, F., Putra, Y. K., & Sadali, M. (2020). Media pembelajaran interaktif pengenalan huruf berbasis Flash pada siswa pendidikan anak usia dini (PAUD). *Infotek: Jurnal Informatika dan Teknologi*, 3(2), 211–219. <https://doi.org/10.29408/jit.v3i2.211>
- Hartati, S., Trisnawati, L. T., & Puspita, I. (2021). Game edukasi berbasis Adobe Flash CS6 untuk pembelajaran anak usia dini. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Informasi*, 6(1), 44–53. <https://doi.org/10.31002/jpti.v6i1.44>
- ISO. (2019). *Ergonomics of human–system interaction – Human-centred design for interactive systems (ISO 9241-210:2019)*. International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/standard/77520.html>
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (Kemdikbudristek). (2021). *Laporan hasil Asesmen Nasional 2021*. Pusat Asesmen Pendidikan. <https://pusmendik.kemdikbud.go.id/asesmen-nasional/>
- Mayer, R. E. (2017). *Multimedia learning* (3rd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316941355>
- Norman, D. A. (2013). *The design of everyday things* (Revised and expanded ed.). Basic Books. <https://doi.org/10.1080/10447318.2014.925773>
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2020). *Education at a glance 2020: OECD indicators*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/69096873-en>
- Piaget, J. (1964). Development and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 2(3), 176–186. <https://doi.org/10.1002/tea.3660020306>

---

Riduwan. (2018). *Skala pengukuran variabel-variabel penelitian*. Alfabeta.

Said, R., & Sari, D. (2022). Interactive media in early childhood education: A review of design and implementation. *Jurnal Teknologi Pendidikan Indonesia*, 9(2), 55–67. <https://doi.org/10.36706/jtpi.v9i2.55>

Sugiyono. (2019). *Metode penelitian dan pengembangan (Research and development/R&D)*. Alfabeta.

Trisnawati, L. T., Puspita, I., Abdillah, F., & Hartati, S. (2023). Media pembelajaran berbasis game Android pada pembelajaran angka dan huruf di PAUD. *Rabit: Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Univrab*, 8(2), 247–253. <https://doi.org/10.36341/rabit.v8i2.247>

Utari, O. F., Humaini, I., & Windarti, I. (2024). Pembuatan aplikasi penjemputan sampah anorganik (DTrash) menggunakan metode user-centered design (UCD). *Jurnal Teknik dan Science*, 3(2), 137–146. <https://doi.org/10.54321/jts.v3i2.137>

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.