

Perancangan Mainan Interaktif untuk Melatih Koordinasi Motorik Halus: Studi Kasus Permainan Labirin 2-Axis Berbasis Mikrokontroler

Anthonius Adi Nugroho,^{1*} Karen Elvina²

^{1,2} Desain Produk, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta, Indonesia

Diterima : 14 Maret 2026

Direvisi : 20 Maret 2026

Diterbitkan : 01 April 2026

Abstract

Shift in children's preferences from traditional toys to digital games has raised concerns regarding the deficiency of physical activity and underdeveloped motor skills. Fine motor skills and hand-eye coordination are fundamentally crucial for a child's cognitive and physical development. This research endeavors to design an interactive microcontroller-based maze toy that integrates technology with physical interaction to train fine motor coordination. The research methodology employed was Research and Development (R&D), utilizing a simplified Borg & Gall model encompassing the stages of needs analysis, prototyping, and testing. The system was engineered using a dual-axis mechanism (X-axis for roll and Y-axis for pitch), which is controlled by a potentiometer and servo motors, enabling the board to move with precision across eight distinct positions. The testing results demonstrate that the game interface is easily understood by users, with the fastest completion time recorded at 32 seconds and the average completion time at 51.7 seconds. Furthermore, a significant performance increase was observed, evidenced by a 53.76% reduction in the average completion time from the first to the sixth trial. This leads to the conclusion that this 2-axis maze game is effective as an interactive educational medium for training and enhancing users' hand-eye coordination and fine motor skills.

Key words: 2-Axis Maze, Fine Motor Skills, Interactive Toys, Hand-Eye Coordination, Microcontroller

Abstrak

Pergeseran preferensi anak dari mainan tradisional ke permainan digital menimbulkan kekhawatiran terkait kurangnya aktivitas fisik dan keterampilan motorik. Keterampilan motorik halus dan koordinasi mata-tangan sangat krusial bagi perkembangan kognitif dan fisik anak. Penelitian ini bertujuan untuk merancang mainan labirin (maze) interaktif berbasis mikrokontroler yang menggabungkan teknologi dengan interaksi fisik untuk melatih koordinasi motorik halus. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan model Borg & Gall yang disederhanakan menjadi tahap analisis kebutuhan, prototyping, dan pengujian. Sistem dirancang menggunakan mekanisme 2-axis (sumbu X untuk *roll* dan sumbu Y untuk *pitch*) yang dikendalikan oleh potensiometer dan servo, memungkinkan pergerakan papan ke delapan posisi presisi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa antarmuka permainan mudah dipahami oleh pengguna dengan waktu penyelesaian tercepat 32 detik dan rata-rata waktu penyelesaian 51,7 detik. Selain itu, terjadi peningkatan performa yang signifikan, ditandai dengan penurunan rata-rata waktu penyelesaian sebesar 53,76% dari percobaan pertama hingga keenam. Hal ini menyimpulkan bahwa permainan labirin 2-axis ini efektif sebagai media edukatif interaktif untuk melatih dan meningkatkan keterampilan koordinasi mata-tangan serta motorik halus pengguna.

Kata kunci: Mainan Interaktif, Motorik Halus, Labirin 2-Axis, Mikrokontroler, Koordinasi Mata-Tangan

1. Pendahuluan

Perkembangan mainan telah menciptakan pergeseran yang tak terhindarkan dalam jenis mainan yang populer. Mainan tradisional, yang sangat populer sebelum teknologi masuk, perlahan-lahan menghilang, dan banyak anak yang tidak lagi mengenalnya. Mainan konvensional seperti balok, puzzle, dan playdough terbukti efektif dalam melatih motorik halus dan kasar, logika, konsentrasi, dan imajinasi anak. Namun, seiring dengan munculnya era digital, penelitian mulai bergeser. Fokus studi kini tidak hanya melihat bagaimana anak

* Corresponding author : toni@staff.ukdw.ac.id

berinteraksi dengan mainan secara fisik, tetapi juga bagaimana interaksi tersebut diperkuat oleh teknologi. Pergeseran perilaku ini menciptakan kebutuhan untuk memahami dampak dari mainan-mainan baru ini. Penggunaan kata 'bermain' yang terlalu bebas sering kali membuat makna aslinya terlupakan. Sejatinnya, bermain adalah kegiatan yang dilakukan murni atas keinginan sendiri untuk mencari kegembiraan, tanpa memedulikan hasil akhirnya ataupun tekanan dari pihak luar (Muhammad et al.).

Lebih dari sekadar aspek kognitif, mainan interaktif juga memiliki dampak yang beragam pada perkembangan sosial dan emosional pengguna. Pada sisi positif, banyak game online dan platform daring mempromosikan kolaborasi, kerja tim, dan interaksi sosial. Namun, penggunaan yang berlebihan dapat menyebabkan anak menjadi terisolasi secara sosial dan mengurangi kesempatan mereka untuk berinteraksi tatap muka dengan teman sebaya dan keluarga. Hal ini dapat menghambat perkembangan keterampilan sosial yang penting dalam dunia nyata. Selain itu, fokus mainan interaktif yang seringkali berbasis layar juga menimbulkan kekhawatiran terkait kesehatan fisik, seperti ketegangan otot mata dan masalah persendian akibat kurangnya aktivitas fisik. Permainan interaktif muncul sebagai salah satu inovasi dengan pemanfaatan teknologi untuk mengembangkan berbagai keterampilan penting seperti pemecahan masalah, berpikir kritis, dan kreativitas (Sari, 2024). Melalui fitur interaktif yang beragam, tidak hanya menjadi permainan yang menghibur tetapi juga menyajikan pengalaman yang berbeda. Mainan interaktif telah menjadi bagian penting dari teknologi permainan, memperluas mainan tradisional dengan kemampuan digital. Integrasi ini telah mengembangkan konsep permainan dengan menjadikan mainan tidak hanya sebagai objek untuk manipulasi fisik, tetapi juga sebagai entitas yang dapat berinteraksi secara algoritmik dengan pengguna (Sicart, 2021). Dengan menggabungkan antarmuka nyata dengan respons digital, para perancang dapat menciptakan pengalaman yang mendukung perkembangan kognitif maupun interaksi sosial. Mainan seperti ini dirancang agar responsif dan menarik, sehingga mengaburkan batas antara sekadar mainan dan teman belajar interaktif (Kay et al., 2023).

Salah satu keterampilan vital yang dapat diasah melalui interaksi fisik adalah koordinasi mata-tangan dan motorik halus. Koordinasi mata tangan adalah kemampuan seseorang untuk mengintegrasikan gerakan tangan dengan penglihatan sehingga tercipta ketepatan dalam melakukan aktivitas motorik (Jud, 2025). Koordinasi sendiri adalah kemampuan untuk melakukan gerakan dengan berbagai tingkat kesukaran dengan cepat dan efisien dan penuh ketepatan (Ali, 2023). Motorik halus merujuk pada gerakan-gerakan yang melibatkan otot-otot kecil dan spesifik, yang tidak memerlukan kekuatan fisik yang besar, namun menuntut koordinasi yang presisi (Apani et al., 2024).

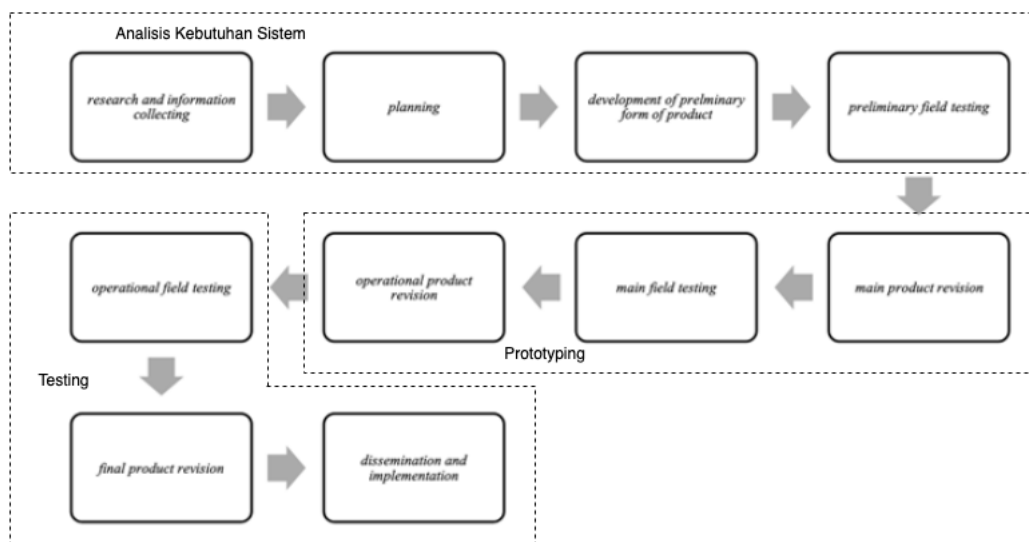
Permainan merupakan aktivitas yang dapat memunculkan sebuah perasaan senang, gembira dan menjadi wadah dalam menyalurkan kegiatan (Girsang & Rony, 2021). Beberapa permainan dibuat untuk meningkatkan kemampuan motorik halus. Penelitian yang dilakukan oleh Ayu dapat disimpulkan bahwa motorik halus dapat dilatih dengan gerakan-gerakan kecil yang presisi. Penelitian tersebut membuat sebuah kegiatan lipat-melipat dengan media origami (Apani et al., 2024). Wijayanti juga mengatakan dalam penelitiannya, penerapan media maze berbasis barang bekas dapat membantu meningkatkan motorik halus. Kemampuan motorik halus meningkat dari 46,5% pada kategori mulai berkembang dan menjadi 77% pada kategori berkembang sangat baik (Landung & Ulpi). Permainan maze lain dilakukan oleh Desy pada permainan media circle maze untuk menstimulasi kemampuan problem solving. Selain melatih problem solving, permainan ini dapat melatih konsentrasi dan koordinasi mata-tangan (Rahmawati et al.). Permainan maze interaktif lainnya dibuat berbasis aplikasi digital. Pemain harus mengeluarkan objek yang terdapat pada maze untuk mengumpulkan kunci dan berlian, selain itu pemain juga harus menghindari jebakan dalam permainan (Junaidi, 2024). Pada kajian penelitian lain, manfaat melatih koordinasi mata-tangan dapat melatih konsentrasi, mengasah kognitif dan melancarkan dalam menulis (Mutia et al., 2021). Penelitian yang sedang berlangsung menegaskan potensi mainan interaktif untuk meningkatkan hasil hiburan dan pembelajaran, menempatkan alat ini sebagai komponen penting dalam perancangan ekosistem pendidikan dan hiburan di masa depan (Archer & Delmo, 2023; Kay et al., 2023; Sicart, 2021).

Penelitian ini berfokus pada perancangan mainan labirin interaktif dengan melakukan gerakan putar presisi, mengendalikan sudut dan menjaga keseimbangan. Salah satu permainan yang dapat dimainkan lintas usia adalah permainan *board game*, permainan ini dapat dimainkan dari usia muda hingga dewasa (Iskandar & Cahyadi, 2021). Pengembangan mainan tersebut dikembangkan dalam labirin interaktif, permainan ini menggunakan implementasi teknologi untuk membuat permainan menjadi lebih interaktif. Papan labirin dikontrol melalui antarmuka yang dapat berinteraksi langsung dengan pengguna melalui mekanisme putar dengan elektronik sebagai teknologi pendukung. Solusi yang diusulkan adalah implementasi kontrol 2-axis (dua sumbu) menggunakan dua potensiometer sebagai antarmuka bagi pengguna. Permainan ini dimakan dengan melatih

koordinasi mata-tangan pada gerakan presisi untuk menyeimbangkan objek diatas labirin. Selain itu, terdapat beberapa rintangan yang harus dihindari dan gameplay dalam permainan untuk menyelesaikan permainan ini. Kontribusi dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan desain mainan edukatif yang interaktif dalam melatih keterampilan motorik pengguna.

2. Metode

Metode yang digunakan adalah jenis penelitian research and development dengan model Borg & Gall. Pendekatan research and development sendiri bertujuan untuk menghasilkan inovasi produk perangkat keras, perangkat lunak maupun media pembelajaran Metode ini memuat panduan yang sistematis, banyak digunakan untuk riset produk pembelajaran, metode ini fleksibel dalam pengembangan setiap prosesnya, sehingga banyak alternatif yang dikembangkan (Gustiani, 2019; Rahayu, 2025). Pada model Borg & Gall disederhanakan sesuai dengan kebutuhan penelitian menjadi 3 bagian yaitu meliputi analisis kebutuhan sistem, prototyping dan testing.



Gambar 1. Model Borg & Gall

Analisis kebutuhan sistem mencakup riset permainan dan perencanaan komponen yang akan digunakan dalam pembuatan produk. Prototyping meliputi rangkaian proses desain hingga melakukan pembuatan model berdasarkan kebutuhan sistem yang sudah di rancang. Testing menguji model yang sudah dibuat dan dilakukan evaluasi produk. Pengujian produk digunakan untuk menguji fungsionalitas mekanisme permainan dan gameplay di dalam permainan.

2.1. Analisis Kebutuhan Sistem

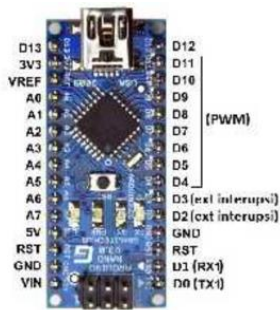
Tahap pertama yaitu melakukan analisis kebutuhan sistem, permainan ini membutuhkan beberapa bagian penting yaitu papan permainan, rangkaian kontrol dan mekanisme gerakan. Papan permainan adalah media yang akan digunakan untuk membuat maze beserta gameplay didalamnya. Rangkaian kontrol meliputi kebutuhan elektronika yang digunakan untuk melakukan kontrol gerakan oleh pengguna dan mekanisme gerakan meliputi sistem 2-axis yang digunakan untuk memberikan gerakan yang fleksibel pada papan permainan. Analisis kebutuhan dalam permainan ini dijabarkan pada tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan Sistem

No	Kebutuhan	Keterangan	Alat dan bahan
1	Papan permainan	Terdapat desain maze dan rintangan yang akan dihadapi dalam permainan	Desain papan permainan menggunakan 3D Print dengan bahan PLA
2	Rangkaian kontrol	Pengguna dapat melakukan kontrol papan permainan dengan berinteraksi langsung dengan antarmuka yang disediakan	Mikrokontroler, potensiometer
3	Mekanisme gerakan	Dapat menggerakkan papan permainan secara 2-axis, sesuai dengan perintah dari rangkaian kontrol	2 Servo

2.1.1. Arduino

Arduino merupakan sebuah mikrokontroler yang memiliki perangkat lunak bersifat open-source yang digunakan untuk mengembangkan prototipe perangkat yang berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya(Batara & Yosephine, 2024). Arduino memiliki berbagai jenis dengan banyak macam spesifikasi yang dapat digunakan sesuai kebutuhan. Penelitian ini menggunakan Arduino Nano sebagai mikrokontroler yang berfungsi sebagai pusat kontrol perangkat. Arduino Nano memiliki spesifikasi sebagai berikut(Iksal et al., 2018)



Gambar 2. Arduino Nano

Tabel 2. Spesifikasi Arduino Nano

Arduino Nano	
Tegangan kerja	5V
Tegangan input	7 – 12 V
Digital pin I/O	14
Analog pin	8
Arus listrik max	40mA
Kecepatan clock	16MHz
SRAM	2Kbytes
EEPROM	1Kbytes

Arduino Nano memiliki 14 pin digital seperti pada gambar 2, pin tersebut yang dapat digunakan untuk input dan output pada perangkat elektronik. Pin digital pada Arduino Nano digunakan untuk input kontrol potensiometer dan pemrosesan gerakan untuk servo.

2.1.2. Servo

Servo merupakan motor yang dapat berputar searah maupun berlawanan jarum jam. Gerakan servo dapat dikontrol dengan mengatur sinyal PWM. Servo DC biasanya di gunakan dalam aplikasi kecil dan ringan. Servo memiliki 2 jenis, yaitu jenis standar hanya mampu berputar 180 derajat dan jenis servo continuous mampu bergerak hingga 360 derajat (Anzary et al., 2024). Pada penelitian ini menggunakan motor servo dengan tipe MG996R dengan spesifikasi pada tabel 3 (Techology, 2021).

Tabel 3. Spesifikasi Servo MG996R

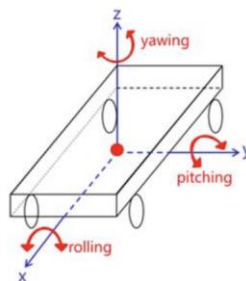
Spesifikasi Servo MG996R	
<i>Stall Torque</i>	9.4 - 11 kgf.cm
<i>Current</i>	0.5 - 2.5A
<i>Voltage</i>	4.8 - 7.2V
<i>Rotation</i>	180°



Gambar 3. Servo MG996R

2.1.3. Mekanisme Gerakan Sistem 2-Axis

Konfigurasi mekanik diperlukan untuk menggerakkan papan permainan secara 2 *DoF*, yaitu *roll* berputar pada sumbu *x* dan *pitch* berputar pada sumbu *y*. *DoF* (*degree of freedom*) adalah derajat kebebasan jumlah parameter suatu pergerakan untuk menentukan orientasi dan posisi (Ripaldo et al., 2023). Semakin tinggi nilai *DoF* nya, maka semakin bebas pergerakan dari *end effector*, dalam hal ini *end effector* adalah papan permainan. Ilustrasi *DoF* ditunjukan pada gambar 4. Sistem 2-Axis ini digunakan untuk menggerakkan posisi dan orientasi papan permainan.



Gambar 4. Ilustrasi *DoF* pada Papan Permainan

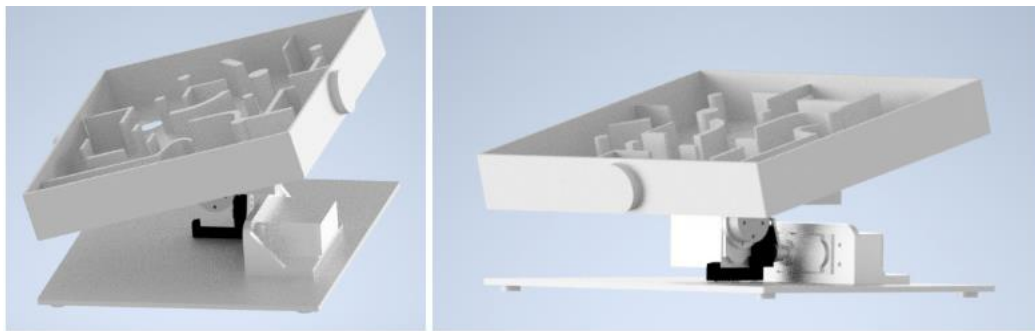
2.1.4. 3D Printer

Penelitian ini menggunakan 3D printer untuk membuat perwujudan desain. 3D printer merupakan evolusi dalam dunia percetakan yang memungkinkan produksi serta perancangan struktur canggih menjadi satu kesatuan utuh. Metode ini menerapkan sistem *Fused Deposition Modeling (FDM)* atau Additive Manufacturing, di mana material disusun secara bertahap lapis demi lapis. Dalam beberapa tahun terakhir, teknologi ini mengalami peningkatan signifikan dari segi kualitas hasil dan efisiensi biaya dalam prosedur rapid prototyping. Hal tersebut

menjadikan 3D Printing sebagai alat rapid prototyping yang paling efisien untuk mendukung proses pengembangan produk (Suzen et al., 2023). Penggunaan 3D printing dilakukan untuk mempercepat proses penciptaan bentuk yang beragam dan presisi (Hendrawan, 2025). Melalui integrasi teknologi ini, desainer dapat mengakselerasi proses penciptaan dan pengembangan karya tanpa mengorbankan orisinalitas. Lebih jauh lagi, peran teknologi digital sebagai alat kreasi membuka ruang yang luas bagi lahirnya inovasi dan kebaruan dalam karya desain (Putra & Produk, 2018).

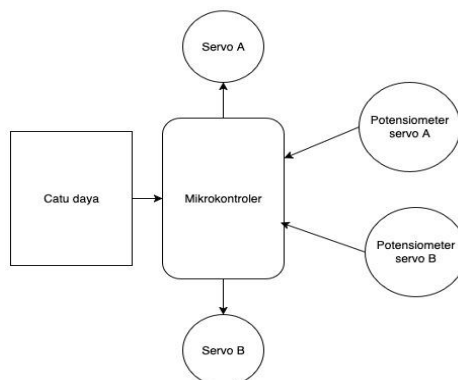
2.2. Prototyping

Tahap ini merupakan tahap pemodelan desain dan pembuatan prototipe. Gerakan sendi yang digunakan pada papan permainan ini adalah gerakan putar. Pada konfigurasi mekanik menggunakan servo ditunjukkan pada gambar 5. Servo A bergerak 60 derajat pada sumbu x untuk menggerakkan servo B. Servo B menempel pada servo A dengan posisi yang di kontrol melalui potensio A. pergerakan putar servo B bergerak pada sumbu y dengan area pergerakan 60 derajat. Ujung servo B menempel pada papan permainan, sehingga dengan bantuan 2 servo dibawahnya, papan permainan dapat bergerak pada pada posisi menyerong untuk setiap sudut.



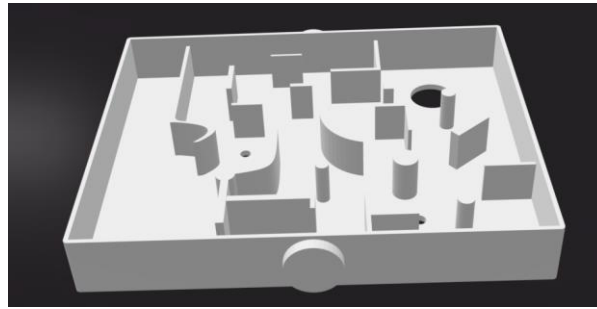
Gambar 5. Desain Mekanisme Pergerakan 2-Axis

Setiap joint pada konfigurasi mekanik ini menggunakan servo. Servo tersebut akan bergerak sesuai dengan kendali pada bagian rangkaian kontrol. Untuk melakukan kontrol pada pergerakan servo, digunakan komponen potensiometer untuk masing masing servo. Putaran dari potensiometer akan menentukan berapa derajat servo tersebut berputar. Pada box kontrol dilengkapi perangkat mikrokontroler untuk mengolah informasi dari potensiometer gambar 6 adalah skema sistem kontrol pada permainan. Pada rangkaian kontrol terdapat catu daya yang digunakan untuk memberikan tegangan kerja pada mikrokontroler dan servo yang digunakan.



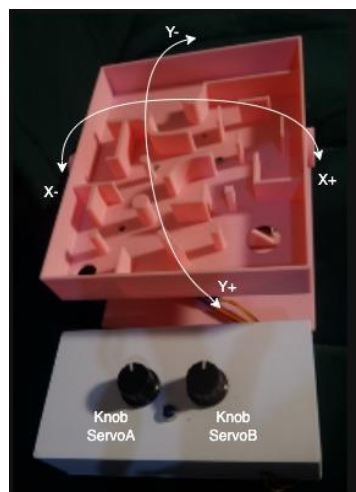
Gambar 6. Skema Rangkaian Kontrol

Papan permainan adalah ujung akhir dari sistem pergerakan. Pada papan permainan diisi kelereng sebagai objek dari inti permainan. Kelereng dapat berpindah posisi dengan cara menggerakkan servo dengan kemiringan tertentu. Desain labirin pada papan permainan disesuaikan dengan diameter kelereng. Sehingga desain labirin dirancang memiliki banyak rintangan dengan satu jalur finish. Desain papan permainan, ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 7. Desain 3D Papan Labirin

Gambar dibawah ini menunjukkan hasil implementasi rancangan desain yang diwujudkan menggunakan teknologi 3D printer. Potensiometer sebelah kiri digunakan untuk mengontrol servo A dan potensiometer sebelah kanan untuk melakukan kontrol servo B. Untuk mengatur posisi awal papan labirin pada posisi 0, maka servo A dan servo B diposisikan pada tengah yang ditunjukkan pada gambar 8.

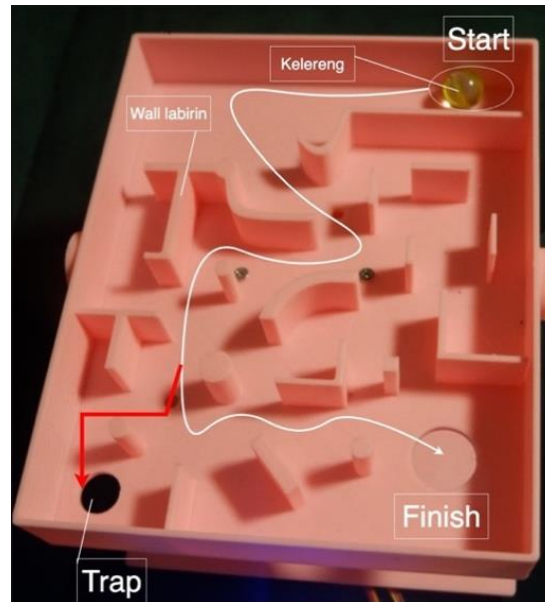


Gambar 8. Implementasi Rancangan Desain

2.3. Testing

Penelitian ini menghasilkan sebuah mainan interaktif yang dapat dimainkan melalui interaksi pada potensio yang disediakan. Pengujian yang dilakukan dengan melakukan uji kontrol posisi pada papan permainan lalu menguji gameplay pada rintangan yang sudah di desain kepada pengguna. Pemain yang memainkan permainan ini akan memberikan feedback berupa penilaian tingkat kesulitan permainan. Hasil dari pengujian gameplay tersebut akan digunakan untuk melihat perkembangan motorik halus selama proses interaksi dalam permainan melalui kecepatan waktu dalam menyelesaikan permainan.

Pada permainan ini terdapat gameplay yang harus dimainkan. Permainan ini dimainkan dalam posisi awal kelereng pada gambar 9 di titik start, pemain harus menjalankan kelereng hingga mencapai finish. Pada desain labirin terdapat beberapa rintangan yang harus dilalui seperti labirin itu sendiri dan lubang trap pada titik trap. Rintangan digunakan untuk memberikan tingkat kesulitan pada pemain saat memainkan permainan. Pemain dapat menggerakkan kelereng dengan mengatur kemiringan papan labirin dengan memutar potensiometer. Terdapat jalur yang harus ditempuh untuk menuju lubang finish. Permainan akan selesai ketika kelereng tersebut dapat keluar dan jatuh melalui lubang finish.



Gambar 9. Desain Papan Labirin

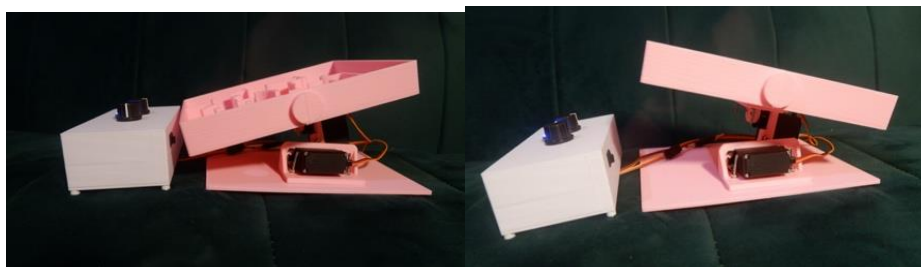
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Uji Kontrol Posisi

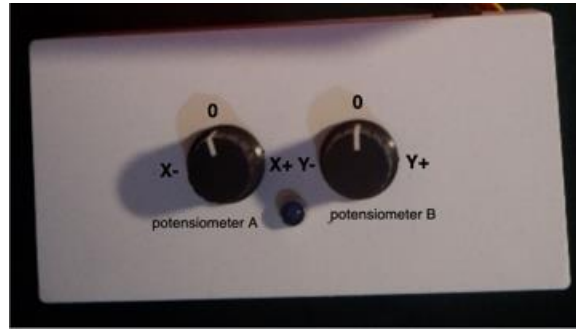
Putaran pada potensiometer akan menggerakkan servo dengan melakukan gerakan rotasi. Potensiometer A akan mengontrol servo A dan merotasi papan labirin pada sumbu x. Potensiometer B akan mengontrol servo B dan merotasi papan labirin pada sumbu y. Gerakan rotasi x- dan x+ ditunjukkan pada gambar 10 dan gerakan rotasi y- dan y+ ditunjukkan pada gambar 11.



Gambar 10. Kontrol Servo A untuk Rotasi Sumbu X



Gambar 11. Kontrol Servo B untuk Rotasi Sumbu Y



Gambar 12. Kendali Potensiometer pada Antarmuka Kontroler

```
//servoA
int potensioA = map(val2, 0, 1024, 120, 170);
//servoB
int potensioB = map(val1, 0, 1024, 90, 150);
```

Gambar 13. Pengaturan Gerakan Sudut Servo

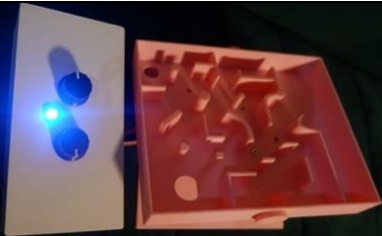
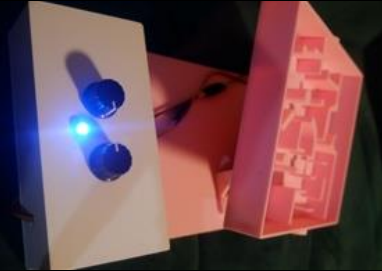
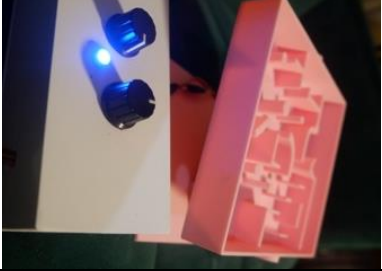
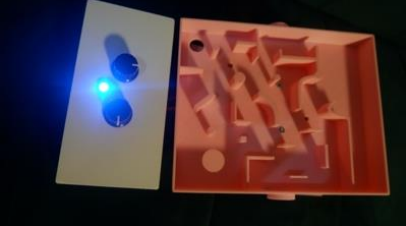
Gambar 12 menunjukkan antarmuka kontroler untuk interaksi dengan pengguna. Putaran potensiometer semakin ke kiri maka akan menuju sudut x- dan y- maksimal, sebaliknya putaran semakin ke kanan akan menuju sudut x+ dan y+ maksimal. Kendali sudut pada servo pengujian kontrol dilakukan dengan melakukan pengaturan pada kode seperti pada gambar 13. Potensio A dan potensio B dapat menggerakkan sudut servo dalam rentang 60 derajat untuk servo B dan 50 derajat untuk servo A. Beberapa posisi di uji untuk mendapatkan komposisi putaran servo. Terdapat 8 posisi yaitu rotasi X+, rotasi X-, rotasi Y+, rotasi Y-, serong A, serong B, serong C dan serong D. Posisi tersebut untuk memastikan kelereng dapat berpindah posisi ke segala arah.

Pergerakan rotasi X+ dan X- potensiometer A yang berperan untuk melakukan kontrol pergerakan. Posisi minimal (putar kiri) akan menghasilkan rotasi putar X+ dan posisi potensiometer maksimal (putar kanan) akan menghasilkan rotasi putar X-. Posisi tengah potensiometer akan membuat papan pada sumbu 0. Rotasi X+ memiliki sudut pada rentang 0-50 derajat, begitu pula dengan rotasi X-. Sehingga untuk mengatur sudut kecil dapat diputar pada rentang putaran kecil.

Pada pergerakan rotasi Y+ dan Y- potensiometer B yang berperan untuk melakukan kontrol pergerakan. Posisi minimal (putar kiri) akan menghasilkan rotasi putar Y+ dan posisi potensiometer maksimal (putar kanan) akan menghasilkan rotasi putar Y-. Posisi tengah potensiometer akan membuat papan pada sumbu 0. Rotasi Y+ memiliki sudut pada rentang 0-60 derajat, begitu pula dengan rotasi Y-. Sehingga untuk mengatur sudut kecil dapat diputar pada rentang putaran kecil. Tabel 4 menunjukkan hasil uji coba kontrol posisi terhadap sumbu 2-Axis.

Tabel 4. Uji Coba Kontrol Posisi

No	Gambar	Kendali	Servo A	Servo B
1		Rotasi X+, Rotasi Y+,	+25	+30
2		Rotasi X-, Rotasi Y-,	-25	-30

3		Rotasi X-, Rotasi Y+,	-25	+30
4		Rotasi X+, Rotasi Y-,	+25	-30
5		Rotasi X+, Y=0,	+25	0
6		Rotasi X-, Y=0,	-25	0
7		Rotasi Y+, X=0,	0	+30
8		Rotasi Y-, X=0,	0	-30

3.2. Pengujian Permainan

Selanjutnya, diuji dengan memainkan permainan tersebut dengan menghitung berapa lama pemain dapat menyelesaikan permainan tersebut. Gambar 14 merupakan proses pengujian permainan pada penelitian ini. Pada pengujian ini terdapat 10 pemain, setiap peserta mendapatkan kesempatan 6x bermain.



Gambar 14. Dokumentasi Uji Coba Pengguna

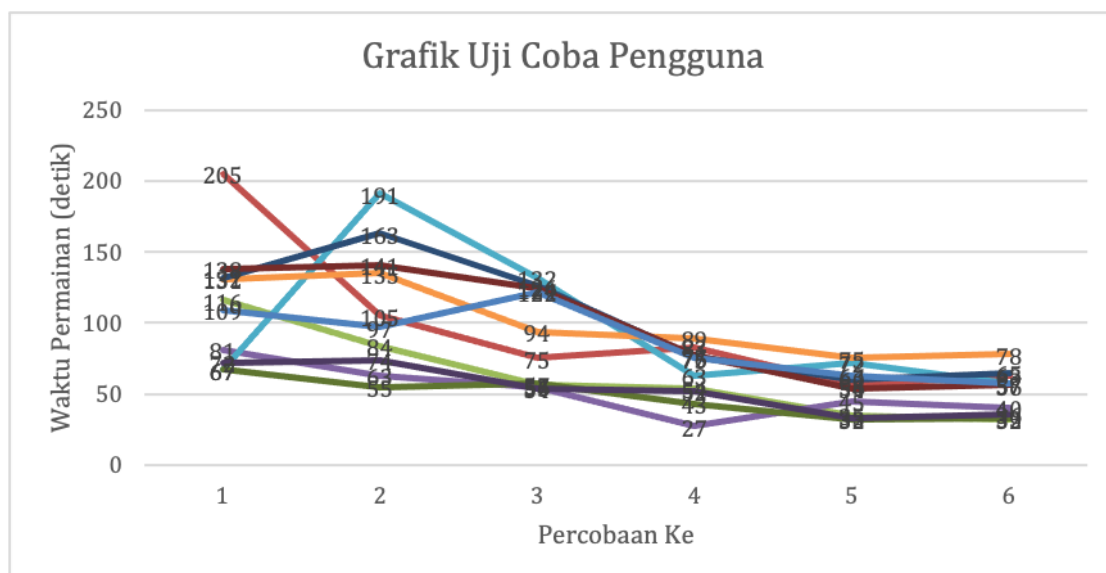
Waktu akan dimulai saat pemain mulai menggerakkan kelereng dan akan dihentikan Ketika pemain selesai mengeluarkan kelereng melalui lubang finish. Setelah pemain menyelesaikan permainan, pemain diminta untuk memberikan nilai berupa level kesulitan dari skala 1(mudah) sampai 10(sulit). Tabel 5 adalah hasil pengujian permainan yang dilakukan oleh 10 pemain.

Tabel 5. Pengujian Waktu Permainan

Pemain	Percobaan	Waktu Selesai	Level Kesulitan	Pemain	Percobaan	Waktu Selesai	Level Kesulitan
P1	1	3'25"	7	P6	1	2'12"	7
	2	1'45"			2	2'43"	
	3	1'15"			3	2'6"	
	4	1'23"			4	1'16"	
	5	56'			5	1'	
	6	1'3"			6	1'5"	
P2	1	1'56"	7	P7	1	2'18"	6
	2	1'24"			2	2'21"	
	3	56"			3	2'4"	
	4	54"			4	1'17"	
	5	35"			5	54"	
	6	32"			6	56"	
P3	1	1'21"	6	P8	1	1'7"	5
	2	1'3"			2	55"	
	3	55"			3	57"	
	4	27"			4	43"	
	5	45"			5	32"	
	6	40"			6	33"	
P4	1	2'7'	8	P9	1	1'12"	6
	2	3'11"			2	1'14"	
	3	2'12"			3	54"	
	4	1'3"			4	52"	
	5	1'12"			5	33"	
	6	57"			6	36"	

P5	1	2'11"	8	P10	1	1'49"	7
	2	2'15"			2	1'37"	
	3	1'34"			3	2'2"	
	4	1'29"			4	1'15"	
	5	1'15"			5	1'3"	
	6	1'18"			6	57"	

Semua pemain berhasil mengeluarkan kelereng tersebut dan menyelesaikan permainan tersebut dengan waktu yang bervariasi. Berdasarkan hasil pengujian, waktu permainan paling cepat diselesaikan dalam waktu 32 detik, sedangkan waktu paling lama 3 menit 25 detik. Pada grafik pengujian pada gambar 15 menunjukan terjadi rata rata penurunan waktu permainan pada setiap pemain, semua pemain mengatakan dapat mulai beradaptasi pada percobaan kedua. Interaksi pada antarmuka permainan dapat dimengerti saat pemain memutar potensiometer. Hal tersebut terbukti melalui grafik yang disajikan, semua pemain beradaptasi pada percobaan pertama untuk menyesuaikan sudut putar. Waktu permainan setiap pemain di percobaan terakhir menjadi semakin singkat dibandingkan saat percobaan pertama.



Gambar 15. Grafik Hasil Uji Coba Pengguna

Berdasarkan hasil pengujian dengan pengguna 8 dari 10 pemain mengatakan terdapat beberapa bagian yang sulit dalam memainkan permainan ini, yaitu saat kelereng melalui jalur trap. Hampir semua pemain terjebak pada lubang trap. Selain itu bagian akhir dari jalur finish juga memiliki kesulitan karena lubang berada pada tengah, sehingga mengharuskan kelereng untuk berhenti pada lubang finish dengan kecepatan pelan. Selain itu, pengguna juga menilai level kesulitan dari permainan ini, rata rata penilaian kesulitan berada pada level 6,7 dari 10. Hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai salah satu permainan yang menerapkan teknologi untuk menambah fungsionalitas permainan supaya menjadi lebih interaktif.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, permainan labirin yang dibuat menggunakan kontrol servo dapat menggerakkan papan permainan pada sumbu 2-Axis(roll pada sumbu X dan pitch pada sumbu Y). Dengan menggunakan mekanisme derajat kebebasan tersebut, gerakan pada papan labirin dapat bergerak pada 8 posisi, yaitu rotasi X+, rotasi X-, rotasi Y+, rotasi Y- dan serong pada masing masing sudut. Gerakan tersebut cukup untuk membuat kelereng menggelinding ke semua arah, sehingga dapat menggerakkan kelereng sampai posisi finish.

Hasil uji coba, pemain tidak memiliki kesulitan untuk memahami permainan dan dapat menyelesaikan dengan rata rata waktu permainan 51,7 detik pada percobaan ke-6. Pola labirin dan lubang trap memberikan tantangan tersendiri ketika memainkan permainan, sehingga desain tersebut dapat disesuaikan berdasarkan tingkat kesulitan. Hasil rata rata dari pemain pada setiap percobaan mengalami penurunan waktu dalam permainan. Rata rata penurunan dari setiap pemain mencapai 53,76%, dilihat pada rata-rata percobaan ke-1 dan rata-rata percobaan ke-6 pada masing masing pemain. Hal tersebut dapat disimpulkan adanya peningkatan keterampilan motorik halus dalam koordinasi mata-tangan. Selama proses pengujian, pemain dapat beradaptasi dan berinteraksi dengan baik dengan antarmuka yang disediakan

Daftar pustaka

- Ali, M. (2023). PERMAINAN TRADISIONAL IMPROVING CHILDREN ' S EYE AND FEET COORDINATION THROUGH *Journal of Sport Science and Tourism Activity (JOSITA)*, 2(3), 61–67.
- Anzary, R. Z., et al. (2024). RANCANG BANGUN ALAT PAKAN IKAN OTOMATIS MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ESP8266 DENGAN BERBASIS INTERNET OF THINGS. *10*, 53–60.
- Apani, A., et al. (2024). UPAYA MENINGKATKAN KETERAMPILAN MOTORIK HALUS MELALUI PENGGUNAAN MEDIA ORIGAMI PADA ANAK USIA DINI USIA 5-6 TAHUN. *WALADUNA : Jurnal Pendidikan Islam Anak Usia Dini*, 7(2), 74–88. doi:10.12928/waladuna.v7i2.1283
- Archer, C., & Delmo, K. M. (2023). Play Is a Child's Work (On Instagram). *M/C Journal*, 26(2). doi:10.5204/mcj.2952
- Girsang, M. B., & Rony, H. (2021). Desain Permainan 3D Puzzle Dengan Bentuk Hewan Khas Kalimantan. *Jurnal Kreatif: Desain Produk Industri Dan Arsitektur*, 9(1), 44–51. doi:10.46964/jkdpia.v9i1.148
- Gustiani, S. (2019). RESEARCH AND DEVELOPMENT (R & D) METHOD AS A MODEL DESIGN IN EDUCATIONAL RESEARCH AND ITS ALTERNATIVES. *HOLISTICS JOURNAL*, 11(2), 12–22.
- Hendrawan, A. (2025). Perancangan Alat Penyeduh Kopi Pour-Over dengan Fitur Pengaturan Debit Aliran Air. *Jurnal Desain Indonesia*, 7(2). doi:10.52265/jdi.v7i2
- Iskandar, M. A., & Cahyadi, D. (2021). Desain Wadah Permainan Scrabble dan Ludo untuk Anak-Anak Usia 7-12 Tahun. *Jurnal Kreatif: Desain Produk Industri Dan Arsitektur*, 9(2), 116–123. doi:10.46964/jkdpia.v9i2.183
- Jud, J. L. S. (2025). Peran Koordinasi Mata Tangan dengan Kemampuan Servis Pendek pada Permainan Bulutangkis The Role of Hand-Eye Coordination in Short Service Ability in Badminton. *Journal Olympic (Physical Education, Health and Sport)*, 5(2), 89–97.
- Junaidi, J. (2024). Aplikasi Game Maze Untuk Meningkatkan Semangat Anak Usia Dini Menggunakan Metode Game Development Life Cycle (GDLC). 4(2).
- Kay, L., et al. (2023). Children's Digital and Non-Digital Play Practices With Cozmo, the Toy Robot. *M/C Journal*, 26(2). doi:10.5204/mcj.2943
- Landung, W., & Ulpi, W. Meningkatkan Motorik Halus Anak Melalui Media Maze Berbasis Bahan Bekas. *0738(3)*, 5183–5190.
- Muhammad, A., et al. Mainan Edukasi Untuk Kegiatan Edukasi Hemat Energi “ Earth Hour Bandung ” Pendahuluan. 4.
- Mutia, V., et al. (2021). PENGEMBANGAN KOORDINASI MATA DAN TANGAN ANAK USIA TAMAN KANAK-KANAK. *Jurnal Pelita PAUD*, 110–118.
- Putra, E. S., & Produk, D. (2018). Pemanfaatan Teknologi Digital Sebagai Usaha Meningkatkan Kemampuan Kreatif Pekerja Desain di Ikm Alas Kaki Melalui Kegiatan Perancangan Ragam Hias Upper Sepatu Abstrak. *Jurnal Desain Indonesia*, 1.
- Rahayu, A. (2025). Metode Penelitian dan Pengembangan (R&D) : Pengertian, Jenis dan Tahapan. *DIAJAR : Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 4(3), 459–470. doi:10.54259/diajar.v4i3.5092
- Rahmawati, D. D., et al. Pengimplementasian Media Circle Maze untuk Menstimulasi Kemampuan Problem Solving Anak Usia Dini. *5(2)*, 2230–2236.
- Ripaldo, A., et al. (2023). Implementasi DOF (Degree Of Freedom) Pada Pergerakan Motor Stepper Smart Inventory 3 Axis Implementation of DOF (Degree Of Freedom) in Smart Inventory 3 Axis Stepper Motor Movement. *Jurnal Ampere*, 8(2), 116–126. doi:10.31851/ampere
- Sari, B. M. (2024). Permainan Interaktif Anak Usia Dini Sebagai Media Pembelajaran pada. *EDUKASIA: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 5(1), 2049–2058.
- Sicart, M. (2021). Playthings. *Games and Culture*, 17(1), 140–155. doi:10.1177/15554120211020380
- Suzen, Z. S., et al. (2023). Optimasi Parameter Produk 3D Printing Terhadap Kuat Tarik Menggunakan Filamen TPU (Thermoplastic Polyurethane). *Jurnal Inovasi Teknologi Terapan (JITT)*, 1(2), 1–6.
- Techology, H. (2021). Handson Technology User Guide MG996R Metal Gear Servo Motor Retrieved from https://www.handsontec.com/dataspecs/motor_fan/MG996R.pdf