

Smart Wayang Semar Interaktif Penyampai Petuah Berbasis Arduino Dengan Sensor Sentuh TTP223

Tia Azizah Wardani^{1*}, Zhafran Naufal Harmanto², Aril Setiawan³, Bestnov Chesa Alhabsy⁴, Rudi Susanto⁵,

¹Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa Surakarta

¹*250103110@mhs.udb.ac.id

²Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa Surakarta

²250103115@mhs.udb.ac.id

³Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa Surakarta

³250103093@mhs.udb.ac.id

⁴Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa Surakarta

⁴250103094@mhs.udb.ac.id

⁵Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa Surakarta

⁵rudi_susanto@udb.ac.id

Abstrak— Menurunnya minat generasi muda terhadap budaya wayang menjadi salah satu tantangan dalam upaya pelestarian budaya Indonesia, khususnya tokoh Semar yang memiliki nilai moral, kebijaksanaan, dan keteladanan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan Smart Wayang Semar berbasis Arduino dengan sensor sentuh TTP223 sebagai media edukasi interaktif yang mampu menyampaikan petuah Semar secara menarik dan mudah dipahami. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) yang meliputi tahapan identifikasi masalah, studi literatur, perancangan sistem, pembuatan alat, implementasi, dan pengujian. Sistem bekerja dengan memanfaatkan sensor sentuh TTP223 sebagai perangkat masukan yang mendeteksi sentuhan pengguna, kemudian Arduino Uno memproses sinyal tersebut dan memberikan perintah kepada DFPlayer Mini untuk memutar file audio petuah Semar melalui speaker. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat berhasil diimplementasikan sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Berdasarkan pengujian, sensor mampu mendeteksi sentuhan dengan baik, serta audio dapat diputar dengan jelas dan stabil. Dengan demikian, Smart Wayang Semar dapat berfungsi sebagai media pembelajaran interaktif yang menggabungkan teknologi mikrokontroler dengan budaya lokal, sehingga mampu mendukung pelestarian budaya wayang serta meningkatkan minat generasi muda untuk mengenal dan memahami nilai-nilai luhur yang terkandung dalam tokoh Semar di era digital.

Kata kunci— Wayang Semar, Arduino Uno, Sensor TTP223, Media Pembelajaran Interaktif, Pelestarian Budaya.

Abstract— Abstract—The declining interest of the younger generation in Wayang has become one of the challenges in preserving Indonesian cultural heritage, particularly the Semar character, which embodies moral values, wisdom, and exemplary character. This study aims to design and implement a Smart Wayang Semar based on Arduino using the TTP223 touch sensor as an interactive educational medium capable of delivering Semar's moral messages in an engaging and easy-to-understand manner. The research method employed was Research and Development (R&D), which consisted of problem identification, literature review, system design, device construction, implementation, and testing. The system utilizes the TTP223 touch sensor as an input device to detect user touch. The detected signal is processed by the Arduino Uno, which then sends commands to the DFPlayer Mini to play audio files containing Semar's advice through a speaker. The results show that the system was successfully implemented according to the proposed design. Based on the testing results, the touch sensor was able to detect user interaction accurately, and the audio was played clearly and stably. Therefore, the Smart Wayang Semar can serve as an interactive learning medium that integrates microcontroller technology with local cultural heritage, thereby supporting the preservation of Wayang culture while increasing the younger generation's interest in learning and understanding the noble values embodied by the Semar character in the digital era.

Keywords— Wayang Semar, Arduino Uno, Sensor TTP223, Media Pembelajaran Interaktif, Pelestarian Budaya

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital yang semakin pesat telah membawa banyak perubahan dalam kehidupan masyarakat, termasuk dalam cara memperoleh informasi dan hiburan. Di sisi lain, perkembangan tersebut juga menyebabkan minat generasi muda terhadap budaya tradisional, seperti wayang, semakin menurun. Padahal,

wayang merupakan salah satu warisan budaya Indonesia yang memiliki nilai sejarah, pendidikan, dan moral yang tinggi[1]. Salah satu tokoh penting dalam pewayangan adalah Semar, yang dikenal sebagai simbol kebijaksanaan, kejujuran, serta pembimbing Masyarakat [2]. Beberapa penelitian terdahulu telah memanfaatkan teknologi sebagai media pelestarian budaya wayang. Aditya dkk. (2019)

mengembangkan media pembelajaran Wayang Kamasan berbasis *Augmented Reality*, sedangkan Nurrochsyam dan Purwana (2024) memanfaatkan teknologi digital sebagai media pembelajaran wayang di perguruan tinggi. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa penerapan teknologi dapat meningkatkan daya tarik dan efektivitas pembelajaran budaya wayang[3]. Untuk menjaga kelestarian budaya wayang agar tetap dikenal oleh generasi muda, diperlukan inovasi yang mampu menggabungkan unsur budaya dengan teknologi modern[4]. Salah satu teknologi yang dapat dimanfaatkan adalah mikrokontroler Arduino yang dipadukan dengan sensor sentuh TTP223. Dalam proyek ini juga digunakan DFPlayer Mini yang berfungsi sebagai modul pemutar audio[5]. Modul ini memungkinkan sistem memutar file suara yang tersimpan pada kartu memori sehingga dapat digunakan untuk menyampaikan petuah atau informasi dari tokoh Semar. Dengan menggabungkan wayang, Arduino, sensor sentuh TTP223, dan DFPlayer Mini, dapat dihasilkan sebuah media edukasi interaktif yang mengintegrasikan unsur budaya dan teknologi dalam satu sistem yang menarik dan mudah digunakan [6].

Teknologi ini memungkinkan terciptanya media pembelajaran yang lebih interaktif dan menarik sehingga pengguna dapat berinteraksi langsung dengan objek wayang[7]. Berdasarkan hal tersebut, dibuatlah Smart Wayang Semar Berbasis Arduino dengan Sensor Sentuh TTP223 sebagai media edukasi dan pelestarian budaya. Sistem ini bekerja dengan mendeteksi sentuhan pada bagian tertentu wayang, kemudian menghasilkan keluaran berupa suara atau petuah Semar secara otomatis. Dengan adanya inovasi ini, diharapkan masyarakat, khususnya generasi muda, dapat lebih tertarik untuk mengenal nilai-nilai budaya wayang sekaligus memahami penerapan teknologi dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, Smart Wayang Semar juga dapat menjadi media pembelajaran yang kreatif, inovatif, dan mudah digunakan [8].

Pengembangan Smart Wayang Semar diharapkan dapat menjadi contoh penerapan teknologi yang tidak hanya berfokus pada kemajuan modern, tetapi juga mendukung pelestarian budaya lokal. Dengan

menggabungkan unsur edukasi, budaya, dan teknologi dalam satu media interaktif, proyek ini dapat menjadi alternatif pembelajaran yang lebih efektif dan menyenangkan. Selain itu, inovasi ini juga menunjukkan bahwa budaya tradisional dapat terus berkembang dan beradaptasi dengan perkembangan zaman tanpa kehilangan nilai-nilai luhur yang terkandung di dalamnya [9].

Tujuan penelitian ini adalah merancang dan membangun Smart Wayang Semar berbasis Arduino Uno sebagai media pembelajaran interaktif untuk memperkenalkan tokoh Semar kepada generasi muda. Sistem akan diuji berdasarkan fungsi sensor sentuh TTP223, DFPlayer Mini, dan respons sistem dalam memutar audio sebagai indikator bahwa media pembelajaran dapat berfungsi dengan baik.

II. METODOLOGI PENELITIAN

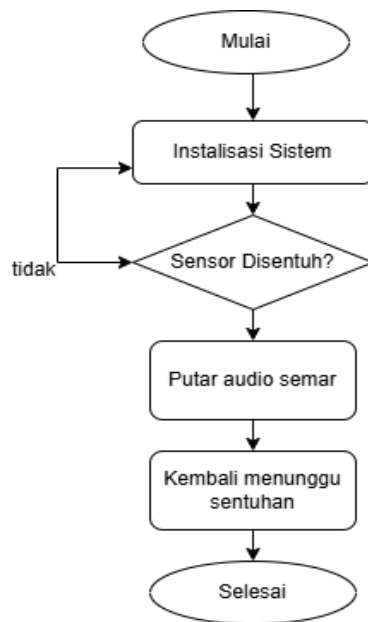
Dalam penelitian terdapat beberapa tahapan:

A. Tahap Analisis

Yaitu dengan mencari dan memahami permasalahan yang berkaitan dengan menurunnya minat generasi muda terhadap budaya wayang, khususnya tokoh Semar. Selain itu tahap analisis dilakukan menggunakan metode studi literatur dan observasi. Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan informasi dari jurnal, buku, dan artikel ilmiah mengenai pelestarian budaya wayang serta pemanfaatan teknologi berbasis Arduino. Observasi dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan sistem dan permasalahan yang dihadapi dalam memperkenalkan tokoh Semar kepada generasi muda[10].

B. Tahap Perancangan Sistem

Yaitu dengan melakukan perencanaan dan pengujian terhadap alat yang dibuat sebagai acuan untuk menentukan bagaimana cara kerja sistem.



Gambar 1. Flowchart Perancangan

C. Tahap Perancangan dan Perakitan Alat

Yaitu melakukan perancangan pada alat sesuai desain yang telah dibuat dan diajukan sebelumnya. Dalam Pembuatannya terdapat beberapa komponen alat yang digunakan antara lain:



Gambar 2. Komponen Alat

a. Arduino Uno

Arduino Uno berfungsi sebagai pusat pengendali atau mikrokontroler utama pada sistem. Arduino bertugas menerima sinyal dari sensor sentuh TTP223, memproses data sesuai program yang telah dibuat, kemudian mengirimkan perintah kepada DFPlayer Mini untuk memutar file audio.

b. Sensor Sentuh TTP223

Sensor TTP223 berfungsi sebagai perangkat input yang mendeteksi adanya sentuhan pada bagian wayang. Ketika sensor disentuh oleh pengguna, sensor akan menghasilkan sinyal digital yang diteruskan ke Arduino sebagai masukan sistem.

c. DFPlayer Mini

DFPlayer Mini berfungsi membaca file suara yang tersimpan pada kartu microSD. Modul ini menerima perintah dari Arduino dan memutar petuah atau pesan suara tokoh Semar.

d. Kartu MicroSD

Kartu microSD digunakan sebagai media penyimpanan file audio. Seluruh rekaman petuah Semar disimpan pada kartu ini sehingga DFPlayer Mini dapat membacanya dan memutar suara sesuai perintah dari Arduino.

e. Speaker

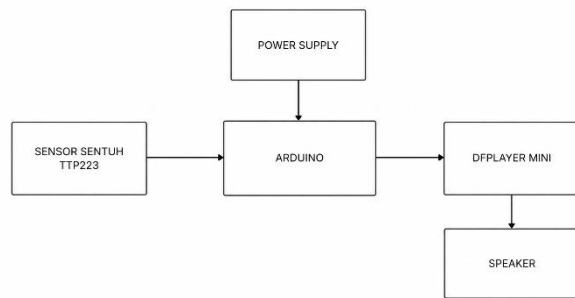
Speaker berfungsi sebagai perangkat keluaran (output) yang menghasilkan suara dari file audio yang diputar oleh DFPlayer Mini. Suara yang dihasilkan berupa petuah atau pesan dari tokoh Semar.

f. Catu Daya 5 Volt

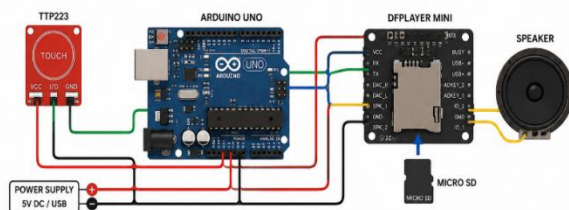
Catu daya berfungsi sebagai sumber tegangan untuk seluruh komponen pada sistem. Tegangan 5 volt digunakan agar Arduino, sensor TTP223, DFPlayer Mini, dan speaker dapat bekerja dengan stabil.

g. Kabel Jumper

Kabel jumper berfungsi sebagai media penghubung antar komponen dalam rangkaian. Kabel ini digunakan untuk menghubungkan pin pada Arduino dengan sensor TTP223, DFPlayer Mini, speaker, dan catu daya. Penggunaan kabel jumper mempermudah proses perakitan, pengujian, serta perbaikan rangkaian karena sambungan dapat dipasang dan dilepas dengan mudah tanpa proses penyolderan permanen.



Gambar 3. Diagram Blok Perakitan Alat



Gambar 4. Desain Pengkabelan

Gambar 4 menunjukkan desain pengkabelan pada sistem Smart Wayang Semar yang terdiri atas Arduino Uno, sensor sentuh TTP223, DFPlayer Mini, speaker, dan catu daya 5 V. Sensor TTP223 berfungsi sebagai perangkat input yang mendeteksi sentuhan pengguna pada bagian wayang. Pin VCC sensor dihubungkan ke pin 5V Arduino, pin GND dihubungkan ke GND, sedangkan pin I/O dihubungkan ke salah satu pin digital Arduino sebagai masukan sinyal.

Arduino Uno berfungsi sebagai pusat pengendali sistem yang menerima sinyal dari sensor TTP223 dan memprosesnya sesuai program yang telah dibuat. Selanjutnya, Arduino mengirimkan perintah ke DFPlayer Mini melalui komunikasi serial menggunakan pin TX dan RX. DFPlayer Mini berfungsi sebagai modul pemutar audio yang membaca file suara yang tersimpan pada kartu microSD.

Keluaran audio dari DFPlayer Mini dihubungkan ke speaker sehingga suara petuah Semar dapat diperdengarkan kepada pengguna. Seluruh komponen memperoleh sumber tegangan sebesar 5 V dengan sistem ground bersama (common ground) agar rangkaian dapat bekerja secara stabil. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, pengkabelan yang telah dirancang mampu mendukung komunikasi antar komponen dengan baik sehingga sistem Smart Wayang Semar dapat beroperasi sesuai dengan fungsi yang diharapkan.

D. Tahap Evaluasi dan Koreksi

Mengevaluasi kinerja rangkaian listrik setelah implementasi. Jika ada masalah atau kekurangan, melakukan koreksi atau perbaikan yang diperlukan untuk memastikan kualitas dan keamanan sistem[11].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Sistem



Gambar 5. Rangkain Alat dengan Wayang



Gambar 6. Hasil dari rangkaian yang sudah terpasang

Implementasi akhir Smart Wayang Semar dilakukan dengan mengintegrasikan seluruh komponen utama, yaitu Arduino Uno sebagai pengendali sistem, sensor sentuh TTP223 sebagai perangkat masukan, DFPlayer Mini sebagai modul pemutar audio, kartu microSD sebagai media penyimpanan file suara, speaker sebagai perangkat keluaran, serta catu daya 5 V sebagai sumber tegangan. Seluruh komponen dirangkai sesuai dengan desain pengkabelan yang telah dirancang sehingga membentuk satu sistem yang saling terhubung [12].

Setelah proses perakitan selesai, rangkaian diimplementasikan ke dalam media Wayang Semar. Sensor TTP223 ditempatkan pada bagian wayang yang mudah dijangkau oleh pengguna sehingga mampu mendeteksi sentuhan secara langsung. Ketika sensor disentuh, Arduino Uno menerima sinyal digital dari sensor, kemudian

memprosesnya sesuai dengan program yang telah ditanamkan. Selanjutnya, Arduino mengirimkan perintah kepada DFPlayer Mini untuk memutar file audio petuah Semar yang tersimpan pada kartu microSD. Audio tersebut kemudian dikeluarkan melalui speaker sehingga pengguna dapat mendengarkan petuah Semar secara otomatis [13].

Hasil implementasi menunjukkan bahwa seluruh komponen dapat bekerja sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Sensor sentuh TTP223 mampu mendeteksi sentuhan pengguna dengan baik dan mengirimkan sinyal ke Arduino Uno sebagai pengendali utama sistem. Arduino kemudian memproses sinyal tersebut dan memberikan perintah kepada DFPlayer Mini untuk memutar file audio yang tersimpan pada kartu microSD. Suara petuah Semar berhasil dikeluarkan melalui speaker dengan kualitas suara yang cukup jelas serta memiliki waktu respons yang cepat.

Seluruh komponen, mulai dari sensor sentuh TTP223, Arduino Uno, DFPlayer Mini, kartu microSD, speaker, hingga catu daya, telah terintegrasi dengan baik dalam satu sistem. Pada saat sensor disentuh, sistem secara otomatis mendeteksi input dan memutar audio petuah Semar melalui speaker. Hasil implementasi ini menunjukkan bahwa alat telah berfungsi sesuai dengan perancangan yang dilakukan dan mampu memberikan interaksi langsung antara pengguna dengan media wayang.

Integrasi antara sensor sentuh, Arduino Uno, DFPlayer Mini, kartu microSD, dan speaker menghasilkan media pembelajaran interaktif yang memungkinkan pengguna berinteraksi secara langsung dengan Wayang Semar. Dengan demikian, implementasi sistem berhasil menggabungkan unsur budaya dan teknologi dalam bentuk media edukasi yang menarik, mudah digunakan, serta mendukung pelestarian budaya wayang [14].

B. Hasil Pengujian:

Pengujian dilakukan untuk memastikan alat dapat bekerja dengan baik. Pengujian dilakukan dengan cara menyentuh sensor dan melihat apakah sistem merespon dengan benar, serta mengecek apakah suara petuah Semar dapat keluar dengan jelas.

Pengujian	Sensor TTP223	DFPlayer Mini	Speaker	Hasil
Sensor disentuh 1 kali	Aktif	Aktif	Suara keluar	berhasil
Sensor disentuh 2 kali	Aktif	Aktif	Suara Keluar	Berhasil
Sensor ditekan lama	Aktif	Aktif	Suara tetap diputar	Berhasil
Sensor tidak disentuh	Aktif	Tidak Aktif	Tidak ada suara	Berhasil
Mencoba Micro Sd	Aktif	Gagal membaca audio	Tidak ada suara	Gagal
Menguji Tegangan 5V	Aktif	Aktif	Suara jelas	Berhasil

Pembahasan:

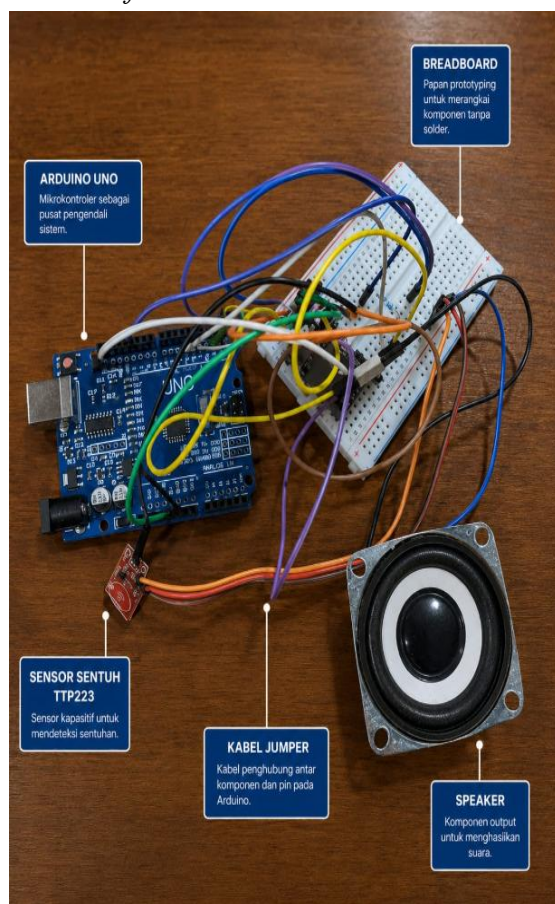
Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, Smart Wayang Semar berbasis Arduino dengan sensor sentuh TTP223 menunjukkan kinerja yang sesuai dengan rancangan sistem. Pada pengujian pertama, sensor TTP223 berhasil mendeteksi satu kali sentuhan dan mengirimkan sinyal ke Arduino. Arduino kemudian memproses sinyal tersebut dan memberikan perintah kepada DFPlayer Mini untuk memutar file audio petuah Semar melalui speaker dengan waktu respons sekitar 0,5 detik. Pada pengujian kedua, sistem kembali mampu merespons sentuhan dengan baik sehingga audio dapat diputar secara normal tanpa mengalami gangguan.

Pengujian selanjutnya menunjukkan bahwa ketika sensor disentuh dalam waktu yang lebih lama, sistem tetap bekerja dengan stabil dan audio diputar hingga selesai. Sebaliknya, ketika sensor tidak disentuh, Arduino tidak menerima sinyal masukan sehingga DFPlayer Mini dan speaker tidak aktif. Pengujian juga dilakukan dengan melepaskan kartu microSD. Hasilnya menunjukkan bahwa sensor masih mampu mendeteksi sentuhan, namun DFPlayer Mini

tidak dapat membaca file audio sehingga tidak ada suara yang dihasilkan. Selain itu, pengujian menggunakan catu daya 5 volt menunjukkan bahwa seluruh komponen sistem dapat bekerja secara normal dan menghasilkan keluaran audio yang jelas.

Berdasarkan hasil pengujian, sensor sentuh TTP223 berhasil mendeteksi sentuhan dan mengirimkan sinyal ke Arduino Uno. Selanjutnya, Arduino memproses sinyal tersebut dan mengaktifkan DFPlayer Mini untuk memutar audio petuah Semar melalui speaker sesuai dengan rancangan sistem. Seluruh komponen bekerja dengan baik tanpa mengalami kendala selama pengujian. Hasil tersebut menunjukkan bahwa Smart Wayang Semar mampu berfungsi sebagai media pembelajaran interaktif yang memperkenalkan tokoh Semar kepada pengguna. Dengan demikian, sistem ini berpotensi mendukung upaya pelestarian budaya wayang melalui pemanfaatan teknologi.

C. Hasil dari Rangkaian Wayang Semar Interaktif:



Gambar 7. Hasil Rangkaian

Rangkaian Smart Wayang Semar dirancang menggunakan Arduino sebagai pusat kendali sistem yang terhubung dengan sensor sentuh TTP223, DFPlayer Mini, speaker, dan modul penyimpanan microSD. Sensor TTP223 berfungsi sebagai perangkat input yang mendeteksi adanya sentuhan pengguna dan menghasilkan sinyal digital yang diteruskan ke Arduino. Mikrokontroler kemudian memproses sinyal tersebut dan mengirimkan perintah kepada DFPlayer Mini melalui komunikasi serial. DFPlayer Mini membaca file audio yang tersimpan pada kartu microSD dan mengeluarkan sinyal audio ke speaker sehingga petuah tokoh Semar dapat diperdengarkan[15].

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, Smart Wayang Semar berbasis Arduino dengan sensor sentuh TTP223 berhasil dibuat dan dapat berfungsi sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem mampu mendeteksi sentuhan pada sensor TTP223 sebagai input, kemudian Arduino memproses sinyal tersebut dan mengendalikan DFPlayer Mini untuk memutar audio petuah Semar melalui speaker.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh komponen dapat bekerja dengan baik menggunakan sentuhan. Integrasi antara sensor sentuh, mikrokontroler, modul audio, dan media wayang menghasilkan sebuah media pembelajaran yang interaktif dan mudah digunakan. Selain itu, Smart Wayang Semar dapat digunakan sebagai media pembelajaran interaktif untuk memperkenalkan tokoh Semar kepada generasi muda sehingga diharapkan dapat mendukung upaya pelestarian budaya wayang.

Dengan demikian, Smart Wayang Semar dapat dimanfaatkan sebagai media edukasi berbasis budaya yang mampu menggabungkan unsur teknologi dan kearifan lokal. Pengembangan lebih lanjut dapat dilakukan dengan menambahkan lebih banyak petuah, penggunaan sensor tambahan, maupun integrasi dengan teknologi Internet of Things (IoT) agar sistem menjadi lebih interaktif dan memiliki fungsi yang lebih luas.

REFERENSI

- [1] Sedyawati, E. (2014). *Kebudayaan di Nusantara*. Jakarta: Rajawali Pers.
- [2] Nurhasanah L, Siburian BP, Fitriana JA. Pengaruh globalisasi terhadap minat generasi muda dalam melestarikan kesenian tradisional Indonesia. *Jurnal Global Citizen: Jurnal Ilmiah Kajian Pendidikan Kewarganegaraan*. 2021 Dec 3;10(2):31-9. J. Breckling, Ed., *The Analysis of Directional Time Series: Applications to Wind Speed and Direction*, ser. Lecture Notes in Statistics. Berlin, Germany: Springer, 1989, vol. 61.
- [3] Aditya, I. P. T., Udayana, A. A. G. B., & Swandi, I. W. (2019). *Perancangan Media Pembelajaran Interaktif Ensiklopedia Wayang Kamasan Berbasis Augmented Reality*. Amarasi: Jurnal Desain Komunikasi Visual, 1(1)
- [4] UNESCO. (2023). *Strengthening synergies between culture and education in Asia and the Pacific*.
- [5] DFRobot, "DFRobot Mini MP3 Player Module (DFR0299)," DFRobot Wiki, 2026. [Online]. [Accessed: 15-Jul-2026].
- [6] H. A. Putra, "Implementasi Sensor Sentuh Kapasitif TTP223 pada Sistem Mikrokontroler," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 10, no. 2, pp. 55–62, 2022. M. Wegmuller, J. P. von der Weid, P. Oberson, and N. Gisin, "High resolution fiber distributed measurements with coherent OFDR," in *Proc. ECOC'00*, 2000, paper 11.3.4, p. 109.
- [7] Wildan, M. K., Wijanarko, A. G., & Al Hakim, M. F. (2025). *Development of Wayang Picture Guessing Game (TEBANG) Learning Media Based on Quick App Ninja. Journal of Emerging Technology in Teaching and Learning (JETTLe)*.
- [8] M. R. Habibi, "Perancangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Mikrokontroler," *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, vol. 8, no. 1, pp. 23–30, 2021. (2002) The IEEE website.
- [9] Yuwanti S, Asriany S. Pengelolaan Warisan Budaya Intangible: Antara Konsep dan Kenyataan di Era Digitalisasi. *Prosiding Temu Ilmiah*. 2024 Dec 2;12(1):E051-64. *FLEXChip Signal Processor (MC68175/D)*, Motorola, 1996.
- [10] Nurrochsyam, M. W., & Purwana, B. H. S. (2024). *Cultural Heritage Preservation: Utilization of Digital Technology for Learning Wayang Courses in Universities*.
- [11] Dewanti R, Salsabila NP, Sabila S, Susanto R. Modernisasi Rumah Adat Baileo dengan Lampu Otomatis Berbasis Arduino Uno. *InProsiding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Bisnis* 2025 Jul 26 (pp. 1089-1095).
- [12] Banzi M, Shiloh M. *Getting Started with Arduino*. 4th ed. Sebastopol, CA: MakeCommunity; 2022.
- [13] Habibi MR. Perancangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*. 2021;8(1):23–30.
- [14] UNESCO. (2003). *Convention for the Safeguarding of the Intangible Cultural Heritage*.
- [15] Banzi, Massimo., & Shiloh, Michael. (2022). *Getting Started with Arduino* (4th ed.). MakerMedia.