

Prototipe Pena Pengontrol Berbasis Mikrokontroler Dan Pemrograman Blok Guna Edukasi Siswa Tk

Bintang Buana Fakultas
Teknik Elektro
Telkom University Bandung,
Indonesia
adhityadwisptr@gmail.com

Sony Sumaryo
Fakultas Teknik Elektro
Telkom University
Bandung, Indonesia
sonysumaryo@telkomuniversity.ac.id

Irham Mulkan Rodiana
Fakultas Teknik Elektro
Telkom University
Bandung, Indonesia
irhammulkan@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Integrasi teknologi dalam pendidikan anak usia dini semakin penting di era digital. Penelitian ini mengembangkan prototipe pena pengontrol berbasis mikrokontroler ESP32. Pena ini dilengkapi sensor RFID untuk membaca perintah dari kartu, sensor gerak MPU6050 untuk deteksi orientasi, dan joystick untuk kontrol manual. Komunikasi nirkabel menggunakan ESP-NOW dan Wi-Fi. Pengujian menunjukkan akurasi tinggi (100% untuk RFID dan joystick), serta responsivitas komunikasi di bawah 0,5 detik. Hasil implementasi menunjukkan peningkatan minat belajar, pemahaman konsep teknologi, dan keterampilan motorik halus siswa TK.

Kata kunci— mikrokontroler, RFID, MPU6050, joystick, ESP32, anak usia dini

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital telah memengaruhi berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam dunia pendidikan. Salah satu bidang yang mendapat perhatian adalah pendidikan anak usia dini, terutama taman kanak-kanak (TK). Anak-anak generasi saat ini tumbuh di lingkungan yang sangat akrab dengan teknologi. Oleh karena itu, penting untuk memfasilitasi pembelajaran yang adaptif dan relevan dengan kondisi perkembangan zaman. Teknologi edukatif dapat menjadi alat bantu yang efektif untuk meningkatkan kualitas proses pembelajaran serta mendorong perkembangan kognitif dan motorik anak-anak [5].

Namun demikian, di Indonesia, integrasi teknologi dalam pendidikan anak usia dini masih terbatas. Kebanyakan TK belum memiliki perangkat edukatif interaktif yang ramah anak dan mudah digunakan. Guru dan tenaga pengajar juga masih minim pelatihan dalam penggunaan teknologi, sehingga efektivitas pembelajaran berbasis teknologi belum maksimal [5], [6]. Hal ini menjadi tantangan utama dalam menciptakan pengalaman belajar yang menarik dan bermakna bagi anak usia dini.

Dalam upaya menjawab tantangan tersebut, penelitian ini mengembangkan prototipe pena pengontrol berbasis mikrokontroler yang dapat digunakan untuk mengoperasikan robot edukasi. Pena ini dilengkapi dengan sensor RFID untuk membaca kartu perintah, sensor gerak MPU6050 untuk mendeteksi orientasi gerakan, dan joystick untuk kontrol manual. Semua komponen ini diintegrasikan dalam desain ergonomis dan aman bagi anak-anak, serta dikendalikan menggunakan ESP32 dengan komunikasi nirkabel melalui ESP-NOW dan Wi-Fi.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah merancang dan membangun perangkat pena pengontrol yang mudah

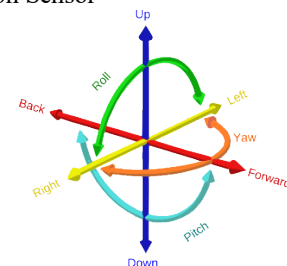
digunakan oleh anak TK, serta mengevaluasi efektivitasnya dalam mendukung pembelajaran interaktif. Dengan menghadirkan teknologi yang tepat guna, diharapkan anak-anak dapat lebih antusias dalam belajar, serta mengembangkan keterampilan berpikir logis dan motorik secara menyenangkan dan aman.

II. KAJIAN TEORI

A. Collaborative Robot

Cobot menjadi alat bantu interaktif yang merangsang rasa ingin tahu, kreativitas, dan pemecahan masalah anak-anak. Penerapan Cobot dalam pembelajaran memberikan pengalaman eksploratif yang menyenangkan, terutama ketika diintegrasikan dengan alat seperti pena pengontrol yang intuitif dan mudah digunakan.

B. 6-Axis Motion Sensor



GAMBAR 1

Six Degree Of Freedom

Sensor gerak 6-axis, seperti MPU6050, menggabungkan akselerometer dan giroskop untuk mendeteksi orientasi dalam tiga sumbu translasi dan tiga sumbu rotasi (roll, pitch, yaw). Sensor ini penting dalam sistem robotika untuk menerjemahkan gerakan fisik menjadi perintah digital yang akurat. Dalam konteks pena pengontrol, sensor ini memungkinkan deteksi gerakan seperti ayunan tangan untuk mengontrol robot secara interaktif. Kalibrasi sensor yang tepat menghasilkan respons yang presisi dan konsisten.

C. Sistem Radio Frequency Identification (RFID)

Sistem RFID adalah teknologi identifikasi otomatis berbasis gelombang radio yang digunakan untuk membaca data dari tag tanpa kontak langsung. Dalam prototipe pena ini, sensor RFID digunakan untuk membaca perintah dari kartu yang telah diprogram seperti arah gerakan robot. Teknologi ini memudahkan interaksi anak-anak dengan alat bantu edukasi karena tidak membutuhkan keterampilan teknis yang kompleks [15].

D. STEM

STEM merupakan singkatan dari Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika, adalah pendekatan pendidikan yang mengintegrasikan keempat ilmu ini untuk mengembangkan

keaktivitas siswa melalui proses pemecahan masalah di dalam kehidupan yang nyata sehari-hari [10]. Dalam konteks STEM, algoritma dapat dipahami sebagai langkah-langkah sistematis yang diambil untuk menyelesaikan masalah atau proyek tertentu [11]. Proses ini dimulai dengan identifikasi masalah yang ingin diselesaikan, diikuti dengan penelitian untuk mengumpulkan informasi yang relevan. Setelah itu, siswa merancang solusi atau prototipe, yang kemudian diuji untuk menilai efektivitasnya [12].

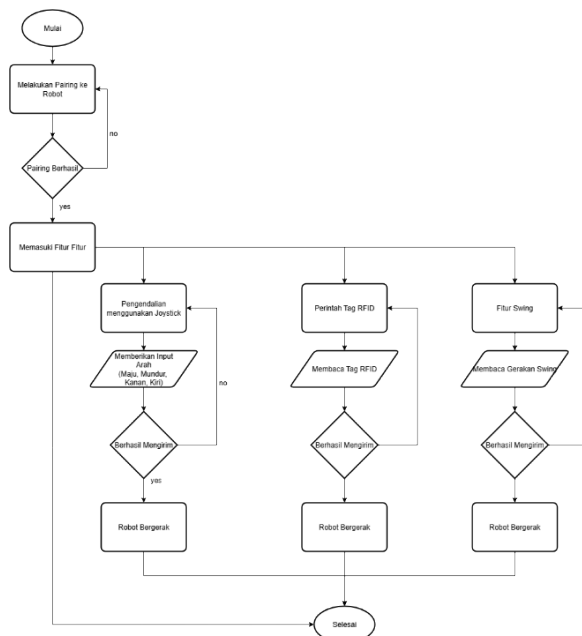
III. METODE

A. Perancangan Sistem



GAMBAR 2
Desain 3D Pena Pengontrol

3D modul pena pengontrol, modul ini memiliki kerangka utama yang kompak, dibuat menggunakan material PLA melalui teknologi pencetakan 3D, dengan dimensi sekitar 138 mm (panjang) x 60 mm (lebar) x 35,5 mm (tinggi). Desain ini menitikberatkan pada keamanan, kenyamanan genggam, dan perlindungan komponen internal, yang sangat penting untuk penggunaan oleh anak-anak.



GAMBAR 3
Flowchart Sistem

Gambar 3 menunjukkan alur kerja sistem yang dimulai dengan melakukan pairing dari remot ke robot, dilanjutkan memilih fitur-fitur, seperti fitur penggunaan joystick, penggunaan tag RFID, dan fitur swing.

B. Proses Integrasi dan Pemrograman

Masing-masing sensor dihubungkan ke ESP32 melalui antarmuka I2C dan GPIO. Pengendalian dilakukan melalui pemrograman Arduino IDE. Pena pengontrol terhubung ke robot melalui ESP-NOW yang memungkinkan komunikasi peer-to-peer antar ESP32 tanpa

jaringan internet. Selain itu, dukungan pemrograman blok menggunakan Nomokit Jr memungkinkan anak menyusun perintah secara visual sebelum dikirimkan ke pena.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN



GAMBAR 4

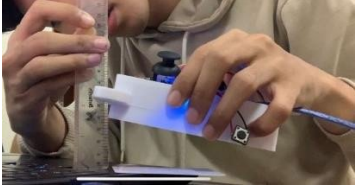
Pengoperasian Perangkat ke Anak Kecil

Pengujian komponen yang terintegrasi di dalam casing adalah tahap krusial dalam pengembangan prototipe. Ini tidak hanya memastikan bahwa setiap bagian berfungsi secara individual, tetapi juga memverifikasi bahwa keseluruhan sistem bekerja secara harmonis tanpa interferensi dari desain fisik atau komponen lain. Pengujian ini melibatkan anak berusia 4 tahun sebagai pengguna utama untuk memastikan bahwa desain perangkat sesuai dengan kebutuhan fisik mereka.

B. Pengujain Sensor RFID

TABEL 1
Pengujian Jarak RFID

No	Kondisi (Jarak Pembacaan)	Hasil
1	0cm	Kartu Terbaca 
2	1cm	Kartu terbaca 
3	2cm	Kartu terbaca 
4	3cm	Kartu terbaca 

5	4cm	Kartu tidak terbaca
		

Pengujian jangkauan pembacaan modul RFID menunjukkan hasil yang baik hingga jarak 3 cm. Pada jarak 0 cm hingga 3 cm, kartu RFID dapat terdeteksi dan dibaca dengan sukses, baik dalam kondisi bersentuhan langsung maupun dengan sedikit jarak dari permukaan casing. Ini menunjukkan bahwa modul RFID memiliki jangkauan baca yang efektif meskipun terpasang di dalam casing. Namun, pada jarak 4 cm, kartu tidak lagi terbaca, yang menandakan bahwa batas maksimal jangkauan efektif pembacaan modul RFID adalah 3 cm.

C. Pengujian Joystick

TABEL 2
Hasil Pengujian Joystick

Arah	Jumlah Pengujian	Jumlah Keberhasilan	Tingkat Keberhasilan
Maju	10	10	100%
Mundur	10	10	100%
Kanan	10	10	100%
Kiri	10	10	100%

asil pengujian arah gerak joystick berdasarkan empat arah utama: maju, mundur, kanan, dan kiri. Pengujian ini melibatkan 10 kali percobaan untuk setiap arah, dengan total

40 pengujian, untuk memastikan konsistensi dan akurasi respons perangkat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa joystick berhasil mendeteksi dan menerjemahkan semua input arah dengan akurasi 100% untuk setiap percobaan. Setiap arah (maju, mundur, kanan, dan kiri) diuji dengan menggerakkan joystick ke posisi yang sesuai, dan perintah yang dihasilkan dikonfirmasi melalui Serial Monitor serta respons langsung dari robot.

C. Kalibrasi Sensor MPU6050

Kalibrasi dilakukan dengan mengambil sampel data dari akselerometer dan giroskop saat sensor berada dalam kondisi diam pada permukaan yang datar. Rata-rata dari kesalahan ini dihitung sebagai nilai offset, yang disajikan pada Tabel 4. Nilai offset ini menjadi dasar untuk semua koreksi data pada tahap selanjutnya.

TABEL 3
Nilai Offset Hasil Kalibrasi

Sumbu Sensor	Nilai Offset	Satuan
Akselerometer X	0.09	m/s ²
Akselerometer Y	-0.15	m/s ²
Akselerometer z	0.15	m/s ²
Giroskop X	-0.12	rad/s
Giroskop Y	-0.01	rad/s
Giroskop Z	-0.01	rad/s

Setelah kalibrasi offset, dilakukan tahap validasi untuk memastikan data akselerometer akurat sebagai

referensi sudut. Validasi ini dilakukan secara fisik menggunakan busur derajat. Sensor yang terpasang pada PCB dimiringkan pada sudut-sudut spesifik (0°, 10°, 20°, s.d., 90°) sesuai dengan penunjuk busur. Pembacaan sudut Pitch dan Roll dari sensor kemudian dicatat dan dibandingkan dengan sudut aktual pada busur. Dari perbandingan tersebut, ditemukan bahwa selisih antara sudut terukur dan sudut aktual sangat kecil, dengan rata-rata error di bawah 2°, sehingga memvalidasi bahwa data akselerometer yang telah dikalibrasi dapat diandalkan sebagai referensi sudut yang stabil.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini telah menghasilkan prototipe pena pengontrol berbasis mikrokontroler yang dapat digunakan oleh anak usia dini untuk mengendalikan robot edukasi. Pena ini memiliki tiga fitur kontrol, yaitu joystick, RFID, dan sensor gerak MPU6050, yang semuanya berfungsi dengan baik dan mudah digunakan oleh anak-anak. Hasil pengujian menunjukkan sistem bekerja dengan akurat dan responsif.

Selain itu, penggunaan alat ini dapat meningkatkan minat belajar dan pemahaman anak terhadap teknologi secara menyenangkan. Desain yang ergonomis dan penggunaan pemrograman blok menjadikan alat ini cocok digunakan dalam pembelajaran anak TK. Ke depan, alat ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan fitur pembelajaran yang lebih variatif dan interaktif.

REFERENSI

- [1] B. B. Wahyuajati, S. Meganova, M. B. Wicaksono, B. L. Anurogo, K. Erna, and C. Sinaga, "ROBOT WOBOT SEBAGAI MEDIA PENGENALAN MATERI STEAM PADA PEMBELAJARAN ANAK USIA DINI DI TK-PG KALYCA MONTESSORI SCHOOL," *Journal of Community Service (JCS)*, vol. 1, no. 3, pp. 102–110, doi: 10.56855/jcos.v1i3.391.
- [2] I.-M. Chen, "A Review on the Use of Robots in Education and Young Children." [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/301284225>
- [3] M. Putri Nufiari and F. Ilmu Tarbiyah Dan Keguruan, "PENGARUH KEGIATAN ROBOTIKA TERHADAP PENINGKATAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF ANAK USIA 5 TAHUN SKRIPSI Diajukan untuk Memenuhi Syarat Mencapai Gelar Sarjana Pendidikan kepada Program Studi Pendidikan Islam Anak Usia Dini Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan Disusun Oleh: PROGRAM STUDI PENDIDIKAN ISLAM ANAK USIA DINI."
- [4] S. Nurma and K. Kunci, "PEMANFAATAN TEKNOLOGI DIGITAL PADA PENDIDIKAN ANAK USIA DINI DI TK HARAPAN BUNDA KABUPATEN ACEH BARAT."
- [5] M. Chirstina, S. Bella, J. M. Sumilat, and D. T. Tarusu, "Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Teknologi Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa SD Negeri 14 Manado," *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, vol. 9, no. 13, pp. 723–729, 2023, doi: 10.5281/zenodo.10149524.
- [6] I. Wayan Agus Arimbawa *et al.*, "PELATIHAN ROBOTIK DAN PEMROGRAMAN BLOK UNTUK MENINGKATKAN MINAT BELAJAR STEM SEJAK

DINI (Robotics and Block Programming Training to Enhance Interest in STEM Learning from an Early Age).” [Online]. Available

:

<http://begawe.unram.ac.id/index.php/JBTI/>

- [7] M. Resnick *et al.*, “Scratch: Programming for all,” *Commun ACM*, vol. 52, no. 11, pp. 60–67, Nov. 2009, doi: 10.1145/1592761.1592779.
- [8] R. P. Wardani and V. Ardhyantama, “Kajian Literature: STEM dalam Pembelajaran Sekolah Dasar,” *Jurnal Penelitian Pendidikan*, vol. 13, no. 1, pp. 18–28, Jun. 2021, doi: 10.21137/jpp.2021.13.1.3.