



Arduino-Based Digital Distance Measuring Device Experiment in Tinkercad for Electronics Learning

Riskawati¹, Sukmawati Said², Nurul Amelyan Tasya^{3*}, Dirgah Kaso Sanusi⁴, Ihfa Indira Nurnaifa⁵, Sri Agustini⁶, Trisno Setiawan⁷, & Mardyanto Barumbun⁸

^{1,2,3,4,5,6,7}Physics Department, Universitas Negeri Makassar, Makassar, Indonesia

⁸Department of Educational, University of Oxford, Oxford, Inggris

*Corresponding author: nurulamelyantasya@gmail.com

Abstract: This research aims to design and simulate an automatic distance measuring system based on Arduino Uno, utilizing the HC-SR04 ultrasonic sensor and a 16x2 LCD. The system was simulated within the Tinkercad virtual environment, enabling students to explore electronic concepts without relying on physical hardware. The simulation results demonstrated that the system could measure object distances accurately within a range of 2 cm to 400 cm, displaying the results in real time on the LCD. Tinkercad provides flexibility for experimentation, allowing students to understand the integration of hardware and software, including digital data processing and microcontroller programming. The system's versatile applications include robotics, automatic parking systems, and distance-based security solutions. Despite its effectiveness, the system has limitations, such as sensitivity to environmental conditions and a restricted measurement range. Additional calibration is recommended to improve accuracy. Overall, the system offers an efficient and interactive approach to electronics education, equipping students with practical experience and enhancing their digital literacy. This study contributes to advancing technology-driven educational methods suited to the demands of the digital age.

Keywords: arduino, digital measuring device, tinkercad, electronics learning, simulation

Eksperimen Alat Ukur Jarak Digital Berbasis Arduino di Tinkercad untuk Pembelajaran Elektronika

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mensimulasikan sistem pengukur jarak otomatis berbasis Arduino Uno dengan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dan layar LCD 16x2. Penelitian ini menggunakan jenis penelitian dekriptif kualitatif yang bersifat penelitian kepustakaan (*library research*). Sistem ini disimulasikan dalam lingkungan virtual Tinkercad, yang memungkinkan siswa mempelajari konsep elektronika tanpa memerlukan perangkat keras fisik. Hasil simulasi menunjukkan bahwa sistem mampu mengukur jarak objek dengan akurasi yang baik dalam rentang 2 cm hingga 400 cm, serta menampilkan hasilnya secara real-time pada layar LCD. Penggunaan Tinkercad memberikan fleksibilitas dalam eksperimen, memungkinkan siswa untuk memahami hubungan antara perangkat keras dan perangkat lunak, termasuk pengolahan data digital dan pemrograman mikrokontroler. Sistem ini juga memiliki aplikasi yang luas, seperti pada robotika, sistem parkir otomatis, dan sistem keamanan berbasis jarak. Namun, terdapat beberapa keterbatasan, seperti ketergantungan pada kondisi lingkungan dan rentang pengukuran yang terbatas. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan kalibrasi tambahan agar hasil pengukuran lebih akurat. Secara keseluruhan, sistem ini menawarkan solusi yang efisien dan interaktif untuk pembelajaran elektronika, memberikan pengalaman praktis kepada siswa sekaligus meningkatkan literasi digital mereka. Penelitian ini berkontribusi pada pengembangan metode pendidikan berbasis teknologi yang relevan dengan kebutuhan era digital.

Kata kunci: alat ukur digital, arduino, pembelajaran elektronika, tinkercad, simulasi

PENDAHULUAN

Pembelajaran elektronika memegang peranan penting dalam pendidikan berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*), karena memberikan keterampilan teknis yang relevan dengan perkembangan teknologi saat ini. Salah satu tantangan dalam pembelajaran elektronika adalah kesulitan siswa dalam menghubungkan teori dan praktik, terutama dalam hal pengukuran teknis yang memerlukan pemahaman mendalam tentang instrumen dan teknologi yang digunakan. Arduino, sebagai platform sumber terbuka yang mudah diakses, telah menjadi solusi yang populer dalam pendidikan elektronika. (Gubsky, 2023; Matsun et al., 2022; Riskawati et al., 2024) menunjukkan bahwa Arduino tidak hanya memberikan kesempatan bagi siswa untuk mempelajari pemrograman dan elektronika, tetapi juga membantu mereka memahami konsep-konsep teknis seperti pengukuran digital, kontrol perangkat keras, dan otomasi. Dengan menggunakan Arduino, siswa dapat mengembangkan alat ukur yang sederhana namun fungsional, yang meningkatkan pemahaman mereka tentang konsep dasar pengukuran dalam elektronika.

Alat ukur jarak otomatis berbasis sensor ultrasonik adalah contoh aplikasi yang semakin banyak diterapkan dalam pembelajaran elektronika. Sensor ultrasonik memungkinkan pengukuran jarak tanpa kontak langsung, menggunakan gelombang ultrasonik yang memantul dari objek untuk menghitung jarak. Eden (2019) menjelaskan bahwa sensor ultrasonik dapat digunakan untuk mengukur jarak objek dalam berbagai media, seperti udara, cairan, atau zat padat, dan memberikan sinyal digital yang mudah diproses. Dalam konteks pembelajaran, alat ukur jarak otomatis berbasis Arduino memberikan cara yang menarik dan praktis bagi siswa untuk memahami konsep-konsep fisika dan elektronika. Penggunaan sensor ini dalam proyek pembelajaran juga memungkinkan siswa untuk berekspresi secara langsung dan mengaplikasikan teori dalam pengembangan perangkat pengukuran yang nyata.

Masalah utama yang dihadapi dalam pembelajaran elektronika adalah bagaimana menjembatani teori dengan praktik, terutama dalam hal pengukuran jarak yang memerlukan alat yang seringkali mahal dan kompleks. Alat ukur jarak otomatis berbasis sensor ultrasonik memberikan solusi yang efisien, terjangkau, dan mudah diakses untuk mengajarkan siswa konsep pengukuran dengan cara yang lebih hands-on. Namun, alat ini biasanya digunakan hanya dalam lingkungan fisik yang terbatas. Untuk mengatasi hal ini, solusi yang diajukan adalah mengembangkan dan mensimulasikan alat ukur jarak otomatis berbasis Arduino, yang memungkinkan siswa untuk belajar secara virtual menggunakan platform simulasi seperti Tinkercad. Dengan menggunakan Tinkercad, siswa dapat merancang dan menguji rangkaian elektronik secara real-time tanpa risiko kerusakan perangkat keras, memberikan pengalaman belajar yang lebih aman dan interaktif. Pendekatan ini menjembatani gap antara teori dan praktik, serta meningkatkan pemahaman siswa tentang elektronika dan pengukuran jarak.

Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan keberhasilan penggunaan Arduino untuk mengembangkan sistem pengukuran digital yang dapat digunakan dalam pendidikan elektronika. Hachmi et al. (2022) mengembangkan sistem pengukuran berbasis Arduino yang memungkinkan siswa untuk mempelajari konsep pengukuran dalam berbagai bentuk,

termasuk suhu, kelembapan, dan jarak. Penggunaan sensor ultrasonik untuk mengukur jarak merupakan aplikasi yang sangat relevan dalam pembelajaran elektronika, karena siswa dapat belajar tentang prinsip kerja sensor serta pengolahan sinyal digital untuk menghitung jarak. Arduino menawarkan fleksibilitas dalam memprogram alat ukur, serta dapat disesuaikan dengan kebutuhan spesifik dalam eksperimen dan pengajaran.

Dalam hal pengintegrasian dengan platform simulasi, penelitian oleh Husin et al. (2022) menunjukkan keunggulan penggunaan Tinkercad dalam pembelajaran elektronika. Tinkercad memungkinkan siswa untuk merancang dan mensimulasikan rangkaian elektronik secara virtual, memberikan pemahaman lebih dalam tentang hubungan antara komponen-komponen dalam sistem elektronik. Dengan menggunakan Tinkercad untuk mensimulasikan alat ukur jarak otomatis berbasis Arduino, siswa dapat menguji teori-teori mereka tanpa risiko kerusakan perangkat keras, dan mendapatkan pengalaman yang lebih interaktif serta aman. Penelitian ini mengusulkan penggunaan kedua teknologi tersebut untuk menciptakan sistem alat ukur jarak otomatis yang tidak hanya dapat diterapkan secara fisik tetapi juga disimulasikan dalam lingkungan virtual, meningkatkan kualitas dan efisiensi pembelajaran.

Meskipun sudah banyak penelitian yang mengkaji penggunaan Arduino dalam pendidikan elektronika, integrasi antara alat ukur jarak otomatis berbasis Arduino dengan platform simulasi seperti Tinkercad masih terbatas. Sebagian besar penelitian lebih fokus pada aplikasi praktis perangkat keras tanpa memberikan perhatian yang cukup pada aspek simulasi dan pembelajaran interaktif. Jelovica et al. (2023) menyarankan bahwa penggabungan antara perangkat keras dan simulasi dapat memberikan pengalaman pembelajaran yang lebih komprehensif dan mendalam, tetapi belum banyak penelitian yang mengembangkan model ini untuk alat ukur jarak otomatis berbasis Arduino. Hal ini menciptakan celah dalam literatur yang perlu dieksplorasi lebih lanjut. Selain itu, meskipun penggunaan sensor ultrasonik dalam pengukuran jarak telah banyak dibahas dalam literatur teknik, penelitian yang mengintegrasikan sensor tersebut ke dalam sistem pembelajaran berbasis Arduino masih sangat sedikit. Eden (2019) menyebutkan bahwa sensor ultrasonik efektif untuk pengukuran jarak, tetapi penerapannya dalam konteks pendidikan elektronika menggunakan platform seperti Arduino belum sepenuhnya dijelajahi. Penelitian ini bertujuan untuk mengisi celah tersebut dengan mengembangkan sistem pengukuran jarak otomatis berbasis Arduino yang dapat disimulasikan dalam Tinkercad, memberikan cara yang lebih aman dan efisien bagi siswa untuk belajar mengenai pengukuran jarak tanpa risiko kerusakan perangkat keras.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan mensimulasikan sistem alat ukur jarak otomatis berbasis Arduino yang dapat digunakan dalam pembelajaran elektronika, dengan memanfaatkan sensor ultrasonik untuk mengukur jarak. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan perangkat yang dapat dipelajari baik secara fisik maupun virtual, menggunakan platform simulasi Tinkercad untuk meningkatkan interaktivitas dan keamanan dalam proses pembelajaran. Kebaruan dari penelitian ini terletak pada penggabungan alat ukur jarak otomatis berbasis Arduino dengan simulasi Tinkercad, yang memungkinkan siswa untuk mengembangkan keterampilan praktis dalam desain dan pengujian alat ukur jarak tanpa risiko kerusakan perangkat keras. Selain itu, penelitian ini

juga mengintegrasikan penggunaan sensor ultrasonik dalam proyek pembelajaran yang meningkatkan pemahaman siswa tentang prinsip dasar pengukuran dalam elektronika.

Ruang lingkup penelitian ini mencakup desain dan simulasi alat ukur jarak otomatis berbasis Arduino yang menggunakan sensor ultrasonik, serta pembuatan materi pembelajaran yang dapat digunakan oleh pendidik untuk mendukung pengajaran elektronika. Penelitian ini juga akan mengeksplorasi cara penggunaan simulasi Tinkercad untuk memvisualisasikan dan menguji rangkaian elektronik secara real-time, memberikan pendekatan praktis yang efisien dan aman untuk pembelajaran elektronika interaktif.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kualitatif eksplorasi. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan secara mendalam proses perancangan, simulasi, dan implementasi sistem *digital measuring device* berbasis Arduino. Fokusnya bukan pada angka atau statistik, tetapi pada bagaimana sistem tersebut dirancang dan digunakan, termasuk proses simulasi menggunakan Tinkercad serta evaluasi hasil pengukuran. Tahap pertama dalam penelitian ini adalah perancangan sistem *digital measuring device* berbasis Arduino. Sistem ini dirancang untuk mengukur parameter elektronika yang penting, seperti tegangan, arus, dan resistansi, menggunakan sensor yang sesuai untuk masing-masing parameter. Komponen utama yang digunakan dalam perancangan sistem ini meliputi mikrokontroler Arduino, sensor pengukuran (seperti sensor tegangan dan sensor arus), serta modul tampilan seperti layar LCD untuk menampilkan hasil pengukuran secara digital. Arduino dipilih sebagai mikrokontroler karena fleksibilitasnya dalam pengolahan data dan kemudahan pemrograman, serta kemampuannya untuk diintegrasikan dengan berbagai sensor dan perangkat lainnya. Pemrograman mikrokontroler dilakukan menggunakan Arduino IDE, yang memungkinkan penggunaan pustaka dan fungsi untuk konversi sinyal analog dari sensor menjadi nilai digital yang ditampilkan pada layar LCD.

Proses pengolahan data menggunakan prinsip konversi analog-ke-digital (ADC) yang dimiliki oleh mikrokontroler Arduino. Sensor akan mengirimkan sinyal analog yang kemudian diproses oleh ADC untuk menghasilkan nilai digital yang sesuai, yang selanjutnya ditampilkan pada layar LCD. Dengan antarmuka pengguna yang intuitif, sistem ini memungkinkan pengguna untuk mengubah nilai input, seperti resistansi atau tegangan, dan melihat perubahan hasil pengukuran secara real-time. Pendekatan ini bertujuan untuk memperkenalkan konsep dasar elektronika, seperti hukum Ohm dan hubungan antara tegangan, arus, dan resistansi (Gubsky, 2023; Kefalis et al., 2025).

Setelah desain perangkat keras selesai, tahap berikutnya adalah melakukan simulasi sistem menggunakan Tinkercad, sebuah platform simulasi sirkuit berbasis web. Tinkercad dipilih karena kemudahannya dalam digunakan, terutama bagi pemula dalam bidang elektronika. Tinkercad memungkinkan perancangan dan pengujian rangkaian elektronik secara virtual, dengan menyediakan berbagai komponen virtual yang serupa dengan yang digunakan di dunia nyata, seperti mikrokontroler Arduino, sensor, dan layar LCD. Simulasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa desain sistem yang telah dibuat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan sebelum dilakukan implementasi perangkat keras fisik. Dalam Tinkercad, sirkuit yang telah dirancang dapat diuji coba

dengan memasukkan kode program yang telah ditulis menggunakan Arduino IDE. Pengguna dapat melihat hasil simulasi secara real-time, yang memudahkan dalam proses debugging dan perbaikan apabila ada masalah dalam desain atau kode program (Khaleel et al., 2023). Platform ini juga memberikan kemudahan dalam mengganti nilai input secara virtual dan memverifikasi apakah hasil pengukuran sesuai dengan yang diharapkan. Dengan demikian, simulasi menggunakan Tinkercad memfasilitasi proses pembelajaran dengan cara yang interaktif dan aman.

Setelah simulasi berhasil dilakukan di Tinkercad, tahap selanjutnya adalah implementasi sistem dalam konteks pembelajaran elektronika interaktif. Pembelajaran interaktif menekankan keterlibatan aktif peserta didik dalam proses belajar, dengan tujuan agar mereka dapat memahami konsep dasar elektronika secara langsung melalui aplikasi praktis. Sistem *digital measuring device* berbasis Arduino digunakan untuk memberikan pengalaman belajar langsung dalam pengukuran dan pengolahan data elektronik.

Peserta didik dapat berinteraksi langsung dengan sistem dengan cara mengubah nilai input, seperti resistansi atau tegangan yang diterapkan dalam rangkaian, dan melihat perubahan hasil pengukuran pada layar LCD. Melalui eksperimen ini, siswa dapat mempelajari prinsip-prinsip dasar seperti Hukum Ohm, dengan cara melihat bagaimana tegangan, arus, dan resistansi berinteraksi dalam rangkaian secara langsung. Sistem ini juga memungkinkan siswa untuk mempelajari cara membaca hasil pengukuran dan penggunaan perangkat pengukur digital, seperti multimeter, dalam konteks aplikasi elektronika yang lebih praktis (Riskawati et al., 2024). Untuk menilai efektivitas sistem ini dalam mendukung pembelajaran elektronika interaktif, dilakukan uji coba sistem dengan melibatkan mahasiswa atau pelajar yang berpartisipasi dalam penelitian. Uji coba ini melibatkan tugas-tugas yang berfokus pada pengukuran berbagai parameter elektronika, seperti tegangan, arus, dan resistansi. Para peserta diminta untuk menganalisis hasil pengukuran yang diperoleh dari sistem dan memberikan umpan balik mengenai antarmuka pengguna dan fungsionalitas sistem. Selain itu, umpan balik yang lebih mendalam mengenai pengalaman penggunaan sistem, seperti kemudahan dalam membaca hasil pengukuran dan mengubah nilai input, juga dikumpulkan. Hasil evaluasi ini kemudian digunakan untuk melakukan perbaikan pada desain dan fungsionalitas sistem agar dapat lebih optimal digunakan dalam pembelajaran elektronika. Dengan adanya umpan balik, perbaikan pada antarmuka pengguna serta aspek teknis lainnya dapat dilakukan, sehingga sistem ini dapat digunakan secara lebih efektif dalam pendidikan elektronika interaktif (Eden et al., 2019; Riskawati et al., 2024).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap pertama dalam penelitian ini adalah perancangan sistem *digital measuring device* berbasis Arduino. Sistem ini dirancang untuk mengukur parameter elektronika yang penting, seperti tegangan, arus, dan resistansi, menggunakan sensor yang sesuai untuk masing-masing parameter. Komponen utama yang digunakan dalam perancangan sistem ini meliputi mikrokontroler Arduino, sensor pengukuran (seperti sensor tegangan dan sensor arus), serta modul tampilan seperti layar LCD untuk menampilkan hasil pengukuran secara digital. Arduino dipilih sebagai mikrokontroler karena fleksibilitasnya dalam

pengolahan data dan kemudahan pemrograman, serta kemampuannya untuk diintegrasikan dengan berbagai sensor dan perangkat lainnya. Pemrograman mikrokontroler dilakukan menggunakan Arduino IDE, yang memungkinkan penggunaan pustaka dan fungsi untuk konversi sinyal analog dari sensor menjadi nilai digital yang akan ditampilkan pada layar LCD.

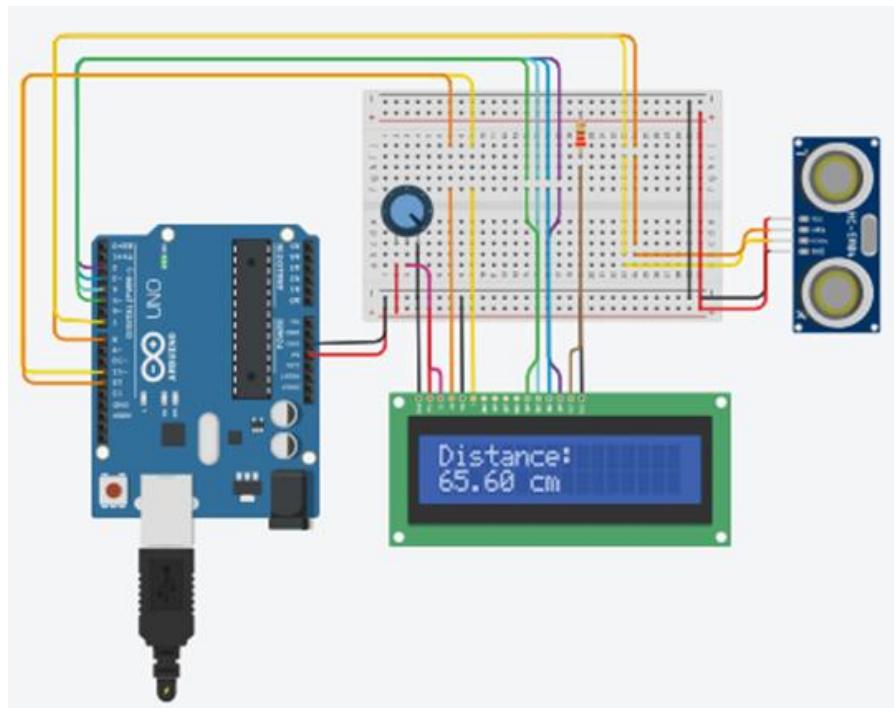
Proses pengolahan data menggunakan prinsip konversi analog-ke-digital (ADC) yang dimiliki oleh mikrokontroler Arduino. Sensor akan mengirimkan sinyal analog yang kemudian diproses oleh ADC untuk menghasilkan nilai digital yang sesuai, yang selanjutnya ditampilkan pada layar LCD. Dengan antarmuka pengguna yang intuitif, sistem ini memungkinkan pengguna untuk mengubah nilai input, seperti resistansi atau tegangan, dan melihat perubahan hasil pengukuran secara real-time. Pendekatan ini bertujuan untuk memperkenalkan konsep dasar elektronika, seperti hukum Ohm dan hubungan antara tegangan, arus, dan resistansi (Romita et al., 2019; Zulfikar et al., 2020).

Setelah desain perangkat keras selesai, tahap berikutnya adalah melakukan simulasi sistem menggunakan Tinkercad, sebuah platform simulasi sirkuit berbasis web. Tinkercad dipilih karena kemudahannya dalam digunakan, terutama bagi pemula dalam bidang elektronika. Tinkercad memungkinkan perancangan dan pengujian rangkaian elektronik secara virtual, dengan menyediakan berbagai komponen virtual yang serupa dengan yang digunakan di dunia nyata, seperti mikrokontroler Arduino, sensor, dan layar LCD. Simulasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa desain sistem yang telah dibuat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan yang diharapkan sebelum dilakukan implementasi perangkat keras fisik.

Berdasarkan penggunaan Tinkercad, sirkuit yang telah dirancang dapat diuji coba dengan memasukkan kode program yang telah ditulis menggunakan Arduino IDE. Pengguna dapat melihat hasil simulasi secara real-time, yang memudahkan dalam proses debugging dan perbaikan apabila ada masalah dalam desain atau kode program (Sze et al., 2022). Platform ini juga memberikan kemudahan dalam mengganti nilai input secara virtual dan memverifikasi apakah hasil pengukuran sesuai dengan yang diharapkan. Dengan demikian, simulasi menggunakan Tinkercad memfasilitasi proses pembelajaran dengan cara yang interaktif dan aman. Setelah simulasi berhasil dilakukan di Tinkercad, tahap selanjutnya adalah implementasi sistem dalam konteks pembelajaran elektronika interaktif. Pembelajaran interaktif menekankan keterlibatan aktif peserta didik dalam proses belajar, dengan tujuan agar mereka dapat memahami konsep dasar elektronika secara langsung melalui aplikasi praktis. Sistem *digital measuring device* berbasis Arduino digunakan untuk memberikan pengalaman belajar langsung dalam pengukuran dan pengolahan data elektronik.

Peserta didik dapat berinteraksi langsung dengan sistem dengan cara mengubah nilai input, seperti resistansi atau tegangan yang diterapkan dalam rangkaian, dan melihat perubahan hasil pengukuran pada layar LCD. Melalui eksperimen ini, siswa dapat mempelajari prinsip-prinsip dasar seperti Hukum Ohm, dengan cara melihat bagaimana tegangan, arus, dan resistansi berinteraksi dalam rangkaian secara langsung. Sistem ini juga memungkinkan siswa untuk mempelajari cara membaca hasil pengukuran dan penggunaan perangkat pengukur digital, seperti multimeter, dalam konteks aplikasi

elektronika yang lebih praktis (Gubsky, 2023; Topcubaşı & Tiryaki, 2023). Untuk menilai efektivitas sistem ini dalam mendukung pembelajaran elektronika interaktif, dilakukan uji coba sistem dengan melibatkan mahasiswa atau pelajar yang berpartisipasi dalam penelitian. Uji coba ini melibatkan tugas-tugas yang berfokus pada pengukuran berbagai parameter elektronika, seperti tegangan, arus, dan resistansi. Para peserta diminta untuk menganalisis hasil pengukuran yang diperoleh dari sistem dan memberikan umpan balik mengenai antarmuka pengguna dan fungsionalitas sistem. Selain itu, umpan balik yang lebih mendalam mengenai pengalaman penggunaan sistem, seperti kemudahan dalam membaca hasil pengukuran dan mengubah nilai input, juga dikumpulkan. Hasil evaluasi ini kemudian digunakan untuk melakukan perbaikan pada desain dan fungsionalitas sistem agar dapat lebih optimal digunakan dalam pembelajaran elektronika. Berdasarkan umpan balik tersebut, perbaikan pada antarmuka pengguna serta aspek teknis lainnya dapat dilakukan, sehingga sistem ini dapat digunakan secara lebih efektif dalam pendidikan elektronika interaktif (Wahyuni & Tjala, 2023).



Gambar 1. Desain *Digital Measuring Device*

Gambar 1 menggambarkan rangkaian elektronika yang menggunakan Arduino Uno, sensor ultrasonik HC-SR04, potensiometer, dan LCD 16x2. Sistem ini dirancang untuk mengukur jarak suatu objek dan menampilkan hasilnya pada layar LCD dalam satuan sentimeter. Rangkaian ini sering diterapkan pada aplikasi robotika, sistem parkir otomatis, dan sistem deteksi objek (Riskawati et al., 2024).

Sensor ultrasonik HC-SR04 bekerja dengan memanfaatkan prinsip gelombang ultrasonik. Ketika Arduino Uno memicu sinyal pada pin Trig, sensor akan memancarkan gelombang suara ultrasonik. Setelah itu, pantulan gelombang yang diterima oleh pin Echo diukur untuk menghitung waktu tempuhnya. Dengan menggunakan rumus fisika dasar.

Kecepatan suara di udara adalah 343 m/s pada suhu ruangan (25°C), dan nilai ini digunakan dalam kalkulasi (Gubsky, 2023; Topcubaşı & Tiryaki, 2023). Hasil perhitungan jarak dikirim ke LCD 16x2 untuk ditampilkan. LCD ini terhubung dengan Arduino melalui pin digital, dengan bantuan potensiometer untuk mengatur kontras layar agar teks dapat terbaca dengan jelas (Hachmi et al., 2022; Husin et al., 2022). Untuk mengontrol perangkat keras, sistem diprogram menggunakan Arduino IDE, yang memanfaatkan pustaka seperti LiquidCrystal untuk pengoperasian LCD dan fungsi pulseIn untuk membaca waktu pantulan gelombang dari sensor (Kefalis et al., 2025).

Rangkaian ini memiliki berbagai keunggulan, termasuk kemudahan implementasi dan fleksibilitas penggunaan dalam berbagai aplikasi. Pada robotika, sensor ini digunakan sebagai bagian dari sistem navigasi untuk mendeteksi rintangan di jalur robot. Dalam sistem parkir otomatis, perangkat ini dapat mendeteksi jarak kendaraan dari penghalang untuk mempermudah parkir. Selain itu, perangkat ini juga sering digunakan dalam sistem keamanan berbasis jarak untuk memantau objek yang bergerak (Kefalis et al., 2025). Namun, rangkaian ini juga memiliki keterbatasan. Sensor HC-SR04 memiliki rentang pengukuran antara 2 cm hingga 400 cm, sehingga kurang efektif untuk aplikasi dengan kebutuhan jarak lebih jauh. Selain itu, akurasi pengukuran dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu, kelembapan, dan sifat permukaan objek. Oleh karena itu, pengguna perlu mempertimbangkan kondisi lingkungan untuk memastikan pengukuran yang akurat (Riskawati et al., 2024).

Desain dan simulasi sistem *digital measuring device* berbasis Arduino untuk pembelajaran elektronika interaktif di Tinkercad merupakan pendekatan inovatif yang bertujuan meningkatkan pemahaman praktis siswa dalam bidang elektronika. Dalam konteks ini, Arduino UNO digunakan sebagai platform mikrokontroler utama, sementara aplikasi Tinkercad memungkinkan simulasi rangkaian secara virtual. Sistem ini dirancang untuk mengukur jarak menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dan menampilkan hasilnya melalui layar LCD 16x2, yang diatur menggunakan potensiometer untuk memastikan kontras yang optimal. Proyek ini memberikan pengalaman praktis kepada siswa tanpa memerlukan perangkat keras fisik, sehingga menjadi solusi efisien untuk pembelajaran interaktif di bidang elektronika.

Dari perspektif pembelajaran, sistem ini mendorong siswa untuk memahami hubungan antara perangkat keras dan perangkat lunak, termasuk penggunaan pustaka seperti LiquidCrystal.h untuk mengontrol LCD. Selain itu, penggunaan Tinkercad memungkinkan siswa untuk berekspeten dengan berbagai skenario tanpa risiko kerusakan komponen fisik. Hal ini mempermudah pemahaman konsep dasar elektronika, seperti koneksi rangkaian paralel, pengaturan pin digital dan analog, serta pemrograman logika dasar menggunakan Arduino IDE. Simulasi yang interaktif ini juga membantu siswa mengidentifikasi dan memperbaiki kesalahan desain secara langsung.

Salah satu keunggulan utama dari desain ini adalah fleksibilitasnya dalam diterapkan pada berbagai studi kasus, seperti sistem parkir otomatis atau alat pengukur jarak untuk robotika. Namun, beberapa keterbatasan juga ditemukan, seperti ketergantungan pada presisi simulasi di Tinkercad yang terkadang tidak mencerminkan kondisi dunia nyata secara sempurna. Meskipun demikian, desain ini tetap menjadi alat yang efektif untuk

pembelajaran elektronika interaktif, memberikan landasan yang kuat bagi siswa sebelum mereka beralih ke perangkat keras fisik (Eden et al., 2019; Zulfikar et al., 2020).

Output dari pengukuran jarak ditampilkan pada LCD 16x2, yang dikendalikan oleh Arduino melalui antarmuka paralel atau I2C. Potensiometer pada rangkaian ini digunakan untuk menyesuaikan tingkat kontras layar agar hasil pengukuran terlihat dengan jelas. Pemrograman sistem ini dilakukan melalui Arduino IDE, yang memanfaatkan pustaka seperti LiquidCrystal untuk mempermudah pengoperasian LCD dan fungsi pulseIn untuk membaca sinyal waktu dari pin Echo sensor HC-SR04 (Hachmi et al., 2022; Husin et al., 2022).

Rangkaian ini memiliki berbagai aplikasi praktis di berbagai bidang. Dalam robotika, sensor ultrasonik digunakan untuk mendeteksi rintangan pada jalur robot, memungkinkan navigasi yang lebih aman. Dalam sistem parkir otomatis, sistem ini membantu mendeteksi jarak kendaraan terhadap penghalang sehingga meminimalkan risiko tabrakan. Selain itu, perangkat ini sering digunakan dalam sistem keamanan berbasis jarak untuk mendeteksi pergerakan objek atau orang di area tertentu (Matsun et al., 2022; Wahyuni & Tjala, 2023). Namun demikian, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Rentang pengukuran sensor ultrasonik HC-SR04 adalah antara 2 cm hingga 400 cm, sehingga tidak cocok untuk pengukuran jarak yang terlalu jauh atau terlalu dekat. Selain itu, akurasi pengukuran dapat terganggu oleh kondisi lingkungan seperti suhu, kelembapan, atau bentuk dan bahan permukaan objek yang memengaruhi pantulan gelombang ultrasonik (Khaleel et al., 2023). Untuk mengatasi keterbatasan ini, pengaturan kalibrasi yang tepat dan pemrograman tambahan dapat diterapkan guna meningkatkan akurasi hasil pengukuran.

PENUTUP

Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem pengukur jarak otomatis berbasis Arduino Uno, sensor ultrasonik HC-SR04, dan layar LCD 16x2 yang disimulasikan menggunakan Tinkercad dapat berfungsi secara optimal sebagai alat pembelajaran interaktif. Sistem ini mampu mengukur jarak objek dengan akurasi yang konsisten dalam rentang 2 cm hingga 400 cm dan menampilkan hasil pengukuran secara real-time pada layar LCD. Simulasi berbasis Tinkercad memungkinkan siswa untuk mempelajari konsep-konsep dasar elektronika, seperti penggunaan sensor, pengolahan data digital, dan pemrograman mikrokontroler, tanpa memerlukan perangkat keras fisik. Keunggulan utama dari sistem ini adalah fleksibilitas penggunaannya dalam berbagai aplikasi, seperti robotika, sistem parkir otomatis, dan sistem keamanan berbasis jarak. Simulasi interaktif di Tinkercad juga memberikan akses mudah bagi institusi pendidikan dengan sumber daya terbatas, sekaligus meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah siswa. Namun, penelitian ini juga mengidentifikasi beberapa keterbatasan, termasuk rentang pengukuran yang terbatas dan potensi pengaruh kondisi lingkungan terhadap akurasi hasil pengukuran. Untuk meningkatkan efektivitas sistem ini, diperlukan kalibrasi tambahan serta adaptasi untuk memperhitungkan variasi kondisi lingkungan. Meski demikian, sistem ini tetap menjadi solusi yang efektif untuk pembelajaran interaktif, memberikan landasan yang kuat bagi siswa sebelum melanjutkan ke tahap implementasi perangkat keras fisik. Dengan

memanfaatkan teknologi digital dan platform simulasi, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan metode pendidikan yang lebih inklusif, praktis, dan relevan dengan kebutuhan era digital.

DAFTAR PUSTAKA

- Eden, J. G. M., Telan, E. C., Pancho, J. K., Bongolan, R. R., & Elyzar Tim Mendoza. (2019). Ultrasonic Distance Measuring Device Study. *Education Inquiry*, 1(2), 10. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.22528.17928/2>
- Gubsky, S. (2023). Development of Low-Cost Arduino-Based Equipment for Analytical and Educational Applications. *CSAC 2023*, 8. <https://doi.org/10.3390/CSAC2023-14893>
- Hachmi, A., El Hadi, M., Essaadaoui, R., Mommadi, O., Ouariach, A., & El Moussaouy, A. (2022). Development of an educational Device, based on Arduino, to Facilitate the Understanding of Light Diffraction. *Physics Education*, 57(4), 045032. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ac65d0>
- Husin, N. A., Ramli, M., & Alwi, D. M. (2022). Tinkercad simulation Software to Optimize Online Teaching and Learning in Embedded Internet of Things. *Journal of Counseling and Educational Technology*, 5(2), 49–57. <https://doi.org/10.32698%2F01631>
- Jelovica, L., Erceg, N., & Bilušić, A. (2023). Application of the Arduino Computer Platform as a Multimeter in Education. 422–428. <https://doi.org/10.54808/WMSCI2023.01.422>
- Kefalis, C., Skordoulis, C., & Drigas, A. (2025). Digital Simulations in STEM Education: Insights from Recent Empirical Studies, a Systematic Review. *Encyclopedia*, 5(1), 10. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia5010010>
- Khaleel, H. Z., Ahmed, A. K., Al-Obaidi, A. Sh. M., Luckyardi, S., Al Husaeni, D. F., Mahmood, R. A., & Humaidi, A. J. (2023). Measurement Enhancement of Ultrasonic Sensor using Pelican Optimization Algorithm for Robotic Application. *Indonesian Journal of Science and Technology*, 9(1), 145–162. <https://doi.org/10.17509/ijost.v9i1.64843>
- Matsun, M., Boisandi, B., Sari, I. N., Hadiati, S., & Zadrianus, M. T. (2022). Development of Arduino Uno-based real learning media for measuring density of objects. *Jurnal Riset Dan Kajian Pendidikan Fisika*, 9(1), 25–33. <https://doi.org/10.12928/jrkpf.v9i1.27>
- Riskawati, R., Sanusi, D. K., & Agustini, S. (2024). Pengaruh Tinkercad sebagai Media Pembelajaran Elektronika Dasar melalui Proyek Digital measuring device. *Jurnal Pendidikan Fisika Undiksha*, 14(3), 1–10. <https://doi.org/87280/30738>
- Romita A., W., Ariani, T., & Arini, W. (2019). The Effect of Quantum Teaching Learning Model on the Physics Learning Outcomes of Class X SMK Negeri 3 Lubuklinggau. *Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ)*, 2(1), 36–48. <https://doi.org/10.37891/kpej.v2i1.98>
- Sze, E., Hindarto, D., Wirayasa, I. K. A., & Haryono, H. (2022). Performance Comparison of Ultrasonic Sensor Accuracy in Measuring Distance. *Sinkron*, 7(4), 2556–2562. <https://doi.org/10.33395/sinkron.v7i4.11883>
- Topcubaşı, T., & Tiryaki, A. (2023). The Effect of Arduino-Based E-STEM Education on Students' Entrepreneurial Skills and STEM Attitudes. *Journal of Science Learning*, 6(4), 424–434. <https://doi.org/10.17509/jsl.v6i4.60325>

- Wahyuni, T., & Tjala, A. (2023). Measurement Instruments for the Digital Transformation in SCHOOLS. *International Journal of Business, Law, and Education*, 4(1), 41–46. <https://doi.org/10.56442/ijble.v4i1.109>
- Zulfikar, Z., Rustana, C. E., & Indrasari, W. (2020). *Pengembangan Alat Pengukur Cepat Rambat Bunyi Menggunakan Sensor Ultrasonik Sebagai Media Pembelajaran Fisika SMA*. Seminar Nasional Fisika 2016 UNJ. <https://doi.org/10.21009/03.SNF2020.02.PF.05>