

Pelatihan Desain dan Simulasi Sistem Motor DC Berbasis Arduino Menggunakan Tinkercad untuk Mendukung Pembelajaran Fisika Dasar

Riskawati ^{1*}, Nasrul Ihsan ², Muhammad Saleh ³, Dirgah Kaso Sanusi ⁴, Laode Manarfah ⁵

^{1, 2, 3, 4, 5} Universitas Negeri Makassar, Indonesia

* riskawati@unm.ac.id

Abstrak

Fisika Dasar merupakan mata kuliah yang berperan penting dalam membangun pemahaman mahasiswa terhadap konsep-konsep sains serta penerapannya dalam teknologi. Pembelajaran yang masih didominasi penyampaian teori dan keterbatasan kegiatan praktikum menyebabkan mahasiswa mengalami kesulitan menghubungkan konsep-konsep fisika dengan penerapannya dalam sistem teknologi sederhana. Kegiatan pengabdian ini bertujuan memberikan pelatihan desain dan simulasi sistem motor DC berbasis Arduino menggunakan platform Tinkercad sebagai laboratorium virtual untuk mendukung pembelajaran Fisika Dasar. Kegiatan dilaksanakan kepada 35 mahasiswa Program Studi Biologi yang sedang memprogram Mata Kuliah Fisika Dasar. Pelaksanaan kegiatan meliputi tahap persiapan, pelatihan pengenalan Arduino dan Tinkercad, praktik desain dan simulasi sistem motor DC, pendampingan, serta evaluasi kegiatan. Evaluasi dilakukan melalui angket respons peserta, observasi keterlibatan selama pelatihan, dan dokumentasi kegiatan. Pelaksanaan pelatihan berlangsung dengan baik dan memperoleh respons yang sangat positif dari peserta dengan rata-rata persentase sebesar 90%. Seluruh kelompok berhasil menyelesaikan simulasi sistem motor DC berbasis Arduino sesuai dengan panduan yang diberikan serta mampu menghubungkan konsep arus listrik, tegangan, energi listrik, daya, dan gerak rotasi dengan penerapannya dalam teknologi. Kegiatan ini memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif, kontekstual, dan berbasis teknologi sekaligus menunjukkan bahwa Tinkercad dapat dimanfaatkan sebagai alternatif laboratorium virtual untuk mendukung pembelajaran Fisika Dasar, terutama pada kondisi yang memiliki keterbatasan sarana praktikum.

Kata Kunci: *Fisika Dasar, Arduino, Tinkercad, Laboratorium Virtual, Simulasi Motor DC*

Pendahuluan

Fisika Dasar merupakan salah satu mata kuliah fundamental yang berperan penting dalam membangun pemahaman mahasiswa terhadap berbagai konsep dasar sains, seperti gerak, gaya, energi, momentum, listrik, dan magnet. Penguasaan konsep-konsep tersebut menjadi bekal penting untuk mempelajari mata kuliah lanjutan sekaligus memahami berbagai fenomena alam dan perkembangan teknologi yang semakin pesat. Pembelajaran Fisika Dasar juga memiliki peran dalam membentuk kemampuan berpikir logis, analitis, dan pemecahan masalah yang diperlukan dalam berbagai bidang ilmu maupun dunia kerja. Oleh karena itu, proses pembelajaran perlu memberikan pengalaman belajar yang mampu menghubungkan konsep-konsep fisika dengan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari serta perkembangan teknologi digital (OECD, 2021).

Pembelajaran Fisika Dasar masih menghadapi berbagai tantangan karena banyak konsep yang bersifat abstrak sehingga tidak mudah dipahami mahasiswa. Kegiatan pembelajaran sering kali lebih berorientasi pada penyelesaian persoalan matematis dibandingkan penguatan pemahaman konsep dan penerapannya dalam sistem nyata. Kondisi tersebut menyebabkan mahasiswa mampu menyelesaikan perhitungan, tetapi belum sepenuhnya memahami hubungan antara konsep-konsep fisika dengan teknologi yang mereka jumpai dalam kehidupan sehari-hari. Pengalaman belajar yang kurang kontekstual juga membatasi kesempatan mahasiswa untuk mengeksplorasi konsep-konsep fisika melalui kegiatan yang bersifat aplikatif (Chen et al., 2023).

Kondisi serupa ditemukan pada mahasiswa Program Studi Biologi yang memprogram Mata Kuliah Fisika Dasar. Hasil diskusi dengan dosen pengampu menunjukkan bahwa sebagian mahasiswa masih mengalami kesulitan memahami keterkaitan antara konsep gaya, energi, gerak rotasi, arus listrik, dan tegangan dengan penerapannya pada sistem teknologi sederhana. Keterbatasan fasilitas praktikum serta waktu pelaksanaan laboratorium menyebabkan pembelajaran lebih banyak dilakukan melalui penyampaian materi di kelas sehingga kesempatan mahasiswa untuk melakukan eksplorasi konsep melalui kegiatan praktik masih terbatas. Akibatnya, mahasiswa belum memperoleh pengalaman belajar yang memadai dalam menghubungkan konsep-konsep fisika dengan implementasinya pada sistem yang nyata.

Perkembangan teknologi digital memberikan berbagai alternatif media pembelajaran yang dapat dimanfaatkan untuk mengatasi keterbatasan tersebut. Salah satu media yang banyak digunakan adalah *virtual laboratory*, yaitu lingkungan belajar berbasis teknologi yang memungkinkan peserta melakukan simulasi dan eksperimen secara aman, fleksibel, serta dapat dilakukan berulang kali tanpa bergantung pada ketersediaan laboratorium fisik (Caballero et al., 2021). Pemanfaatan laboratorium virtual memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk mengamati hubungan antarkonsep melalui aktivitas eksplorasi sehingga pembelajaran menjadi lebih interaktif dan kontekstual (Potkonjak et al., 2016; Bower, 2019).

Salah satu platform laboratorium virtual yang mudah diakses adalah Tinkercad. Platform berbasis web ini menyediakan fasilitas untuk merancang, menguji, dan memodifikasi rangkaian elektronika serta sistem mikrokontroler secara virtual. Lingkungan simulasi yang disediakan memungkinkan mahasiswa melakukan berbagai percobaan tanpa risiko kerusakan komponen maupun keterbatasan perangkat keras. Aktivitas merancang dan menguji rangkaian secara langsung juga mendorong mahasiswa membangun pemahaman melalui pengalaman belajar yang aktif sehingga konsep-konsep yang dipelajari menjadi lebih mudah dipahami.

Pemanfaatan Tinkercad dalam kegiatan ini dipadukan dengan penggunaan Arduino dan simulasi sistem motor DC. Integrasi tersebut memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk mempelajari berbagai konsep Fisika Dasar, seperti arus listrik, tegangan, energi listrik, daya, serta gerak rotasi dalam satu aktivitas pembelajaran yang saling berkaitan. Melalui simulasi motor DC, mahasiswa tidak hanya mempelajari cara merancang rangkaian dan menjalankan program sederhana, tetapi juga dapat mengamati secara langsung hubungan antara perubahan parameter listrik dengan respons motor. Pengalaman tersebut diharapkan dapat membantu mahasiswa memahami keterkaitan antara konsep fisika dan penerapannya dalam teknologi sekaligus mengembangkan literasi digital yang dibutuhkan pada pembelajaran abad ke-21 (Nouri et al., 2023).

Pembelajaran berbasis simulasi memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk belajar melalui proses eksplorasi, pengamatan, dan pengambilan keputusan secara langsung (Wu et al., 2023). Melalui kegiatan tersebut, mahasiswa tidak hanya menerima informasi dari dosen, tetapi juga membangun pemahaman berdasarkan hasil simulasi yang mereka lakukan. Proses ini membantu mahasiswa menghubungkan konsep-konsep fisika dengan fenomena yang diamati selama simulasi, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna. Selain memperkuat pemahaman konseptual, aktivitas simulasi juga mendorong berkembangnya keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, kolaborasi, dan literasi digital yang menjadi bagian penting dari kompetensi pembelajaran abad ke-21 (OECD, 2021; Resnick et al., 2021).

Kegiatan pengabdian yang mengintegrasikan pembelajaran konsep fisika dasar dengan simulasi sistem motor DC berbasis Arduino melalui platform Tinkercad masih belum banyak diterapkan dalam kegiatan pelatihan bagi mahasiswa. Pelaksanaan kegiatan umumnya lebih berfokus pada pengenalan rangkaian elektronika atau pemrograman, sementara penguatan pemahaman konsep fisika melalui simulasi teknologi masih belum menjadi perhatian utama. Padahal, pendekatan tersebut dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih kontekstual sekaligus membantu mahasiswa menghubungkan teori dengan penerapan teknologi secara lebih nyata.

Berdasarkan kondisi tersebut, tim pengabdian melaksanakan pelatihan desain dan simulasi sistem motor dc berbasis arduino menggunakan tinkercad untuk mendukung pembelajaran fisika dasar. Kegiatan ini dirancang untuk memberikan pengalaman belajar kepada mahasiswa dalam merancang dan mensimulasikan sistem motor DC berbasis Arduino melalui platform Tinkercad, sekaligus membantu mereka memahami keterkaitan antara konsep-konsep Fisika Dasar dengan penerapannya dalam teknologi. Pelaksanaan kegiatan mengintegrasikan penyampaian materi, praktik simulasi, serta pendampingan sehingga mahasiswa memperoleh kesempatan belajar secara aktif, interaktif, dan kontekstual.

Metode

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan di Program Studi Biologi Universitas Negeri Makassar pada semester genap Tahun Akademik 2025/2026. Pelaksanaan kegiatan meliputi tahap persiapan, pelatihan desain dan simulasi sistem motor DC berbasis Arduino menggunakan Tinkercad, praktik simulasi, pendampingan, serta evaluasi kegiatan. Seluruh rangkaian kegiatan dilaksanakan secara bertahap agar peserta memperoleh pengalaman belajar secara langsung melalui kegiatan praktik berbasis simulasi. Mitra sasaran dalam kegiatan ini adalah 35 mahasiswa semester II Program Studi Biologi yang sedang memprogram Mata Kuliah Fisika Dasar. Mahasiswa dipilih karena sedang mempelajari konsep-konsep fisika yang berkaitan dengan gerak, energi, kelistrikan, dan penerapannya dalam teknologi sederhana. Seluruh peserta mengikuti kegiatan secara aktif mulai dari penyampaian materi, praktik simulasi menggunakan Tinkercad, hingga kegiatan evaluasi. Keterlibatan mahasiswa secara langsung diharapkan mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih kontekstual serta membantu menghubungkan konsep-konsep Fisika Dasar dengan implementasinya dalam sistem teknologi.

Tahap Persiapan

Tahap persiapan dilakukan melalui koordinasi dengan dosen pengampu Mata Kuliah Fisika Dasar untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran dan menentukan materi

yang akan digunakan dalam pelatihan. Pada tahap ini juga dilakukan penyusunan modul pelatihan, penyiapan perangkat pembelajaran, penyusunan contoh rangkaian sistem motor DC berbasis Arduino pada platform Tinkercad, serta penyiapan perangkat komputer dan jaringan internet yang digunakan selama kegiatan berlangsung.

Pelaksanaan PKM

- 1. Pelatihan Pengenalan Arduino dan Tinkercad:** Pelatihan diawali dengan penyampaian materi mengenai konsep dasar motor DC, Arduino, dan penggunaan Tinkercad sebagai laboratorium virtual. Peserta memperoleh penjelasan mengenai komponen-komponen Arduino, prinsip kerja motor DC, penyusunan rangkaian elektronika sederhana, serta dasar pemrograman Arduino. Tim pelaksana juga memperagakan tahapan pembuatan rangkaian dan simulasi sistem motor DC menggunakan Tinkercad agar peserta memahami langkah-langkah yang akan dilakukan pada sesi praktik.
- 2. Praktik Desain dan Simulasi Sistem Motor DC:** Peserta dibagi ke dalam kelompok kecil yang terdiri atas tiga sampai empat orang. Setiap kelompok merancang rangkaian motor DC berbasis Arduino menggunakan platform Tinkercad, kemudian menyusun program sederhana untuk mengoperasikan sistem yang telah dibuat. Selama proses praktik, peserta melakukan pengujian dan modifikasi rangkaian berdasarkan hasil simulasi sehingga dapat mengamati hubungan antara konsep arus listrik, tegangan, energi listrik, daya, dan gerak rotasi dengan perilaku motor DC.
- 3. Pendampingan:** Pendampingan dilakukan selama kegiatan praktik berlangsung. Tim pelaksana memberikan bimbingan kepada setiap kelompok dalam menyusun rangkaian, memperbaiki kesalahan pemrograman, serta menjalankan simulasi sistem motor DC hingga berfungsi sesuai rancangan. Pendampingan juga diarahkan untuk membantu peserta memahami keterkaitan antara konsep-konsep Fisika Dasar dengan sistem yang disimulasikan sehingga pembelajaran tidak hanya berfokus pada aspek teknis penggunaan perangkat lunak.

Montoring dan Evaluasi Kegiatan

Tahap akhir berupa evaluasi terhadap pelaksanaan pelatihan. Evaluasi dilakukan untuk mengetahui tanggapan peserta terhadap kegiatan sekaligus memastikan setiap kelompok mampu menyelesaikan simulasi sistem motor DC berbasis Arduino menggunakan platform Tinkercad. Hasil evaluasi digunakan sebagai dasar untuk menilai ketercapaian tujuan kegiatan dan sebagai bahan perbaikan dalam pelaksanaan program sejenis pada masa mendatang.

Keberhasilan kegiatan ditunjukkan melalui meningkatnya pemahaman mahasiswa mengenai penerapan konsep-konsep Fisika Dasar dalam sistem motor DC berbasis Arduino, meningkatnya keterampilan peserta dalam menggunakan platform Tinkercad sebagai laboratorium virtual, serta terlaksananya praktik simulasi secara mandiri oleh setiap kelompok. Indikator keberhasilan lainnya meliputi tingginya partisipasi peserta selama kegiatan berlangsung, kemampuan menyelesaikan simulasi sesuai panduan yang diberikan, serta diperolehnya respons positif terhadap pelaksanaan pelatihan.

Evaluasi kegiatan dilakukan menggunakan angket respons peserta, lembar observasi, dan dokumentasi. Angket digunakan untuk mengetahui tanggapan peserta terhadap kemudahan penggunaan Tinkercad, daya tarik media simulasi, dukungan terhadap pemahaman konsep Fisika Dasar, peningkatan keterampilan teknologi, serta kepuasan terhadap pelaksanaan kegiatan. Observasi dilakukan selama pelatihan untuk mengamati

partisipasi peserta dalam diskusi, keterlibatan selama praktik, kemampuan menyelesaikan simulasi, dan kerja sama dalam kelompok. Dokumentasi berupa foto kegiatan dan hasil simulasi digunakan sebagai data pendukung pelaksanaan program. Data hasil angket diolah dalam bentuk persentase untuk menggambarkan tingkat respons peserta terhadap kegiatan, sedangkan hasil observasi dan dokumentasi dianalisis secara deskriptif sebagai gambaran pelaksanaan program.

Hasil dan Pembahasan

Kegiatan diawali dengan koordinasi antara tim pengabdian dan dosen pengampu Mata Kuliah Fisika Dasar untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran mahasiswa. Koordinasi tersebut menghasilkan kesepakatan mengenai materi pelatihan yang difokuskan pada pemanfaatan platform Tinkercad sebagai laboratorium virtual dalam simulasi sistem motor DC berbasis Arduino. Selain itu, tim juga menyiapkan modul pelatihan, contoh rangkaian simulasi, perangkat komputer, serta akses internet yang akan digunakan selama kegiatan berlangsung.

Proses koordinasi juga dimanfaatkan untuk menyusun alur pelaksanaan pelatihan agar selaras dengan materi yang sedang dipelajari mahasiswa pada Mata Kuliah Fisika Dasar. Penyusunan materi dilakukan secara bertahap, dimulai dari pengenalan konsep dasar motor DC, komponen Arduino, penggunaan antarmuka Tinkercad, hingga praktik perancangan dan simulasi rangkaian. Penyajian materi yang sistematis diharapkan dapat memudahkan peserta dalam mengikuti setiap tahapan kegiatan, terutama bagi mahasiswa yang belum memiliki pengalaman menggunakan platform simulasi berbasis web. Tahap identifikasi kebutuhan dan penyusunan materi merupakan bagian penting dalam perencanaan program pelatihan agar kegiatan yang dilaksanakan sesuai dengan kebutuhan peserta dan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai (Sari et al., 2022).

Tahap persiapan menjadi bagian penting dalam pelaksanaan kegiatan karena seluruh perangkat pembelajaran telah disesuaikan dengan karakteristik peserta dan capaian pembelajaran Mata Kuliah Fisika Dasar. Persiapan yang matang membantu pelaksanaan pelatihan berlangsung lebih sistematis sehingga peserta dapat mengikuti setiap tahapan kegiatan dengan baik (Riskawati et al., 2025). Kesiapan perangkat, bahan ajar, serta skenario pelatihan juga meminimalkan kendala teknis selama kegiatan berlangsung, sehingga proses pembelajaran dapat berjalan secara efektif dan peserta memiliki kesempatan yang lebih optimal untuk mengeksplorasi simulasi sistem motor DC menggunakan Tinkercad. Persiapan yang dilakukan secara menyeluruh turut mendukung terciptanya suasana belajar yang kondusif serta memudahkan tim pengabdian dalam memberikan pendampingan pada setiap sesi kegiatan. Pelaksanaan kegiatan pengabdian yang diawali dengan tahap persiapan dan koordinasi yang baik juga menjadi faktor pendukung keberhasilan pelatihan serta mempermudah pencapaian tujuan program (Sadiyah et al., 2022; Nurhayati et al., 2022).

Pelatihan Pengenalan Arduino dan Tinkercad

Pelatihan diawali dengan penyampaian materi mengenai konsep dasar motor DC, Arduino, serta penggunaan platform Tinkercad sebagai laboratorium virtual. Pada sesi ini peserta memperoleh penjelasan mengenai fungsi setiap komponen, prinsip kerja motor DC, dasar pemrograman Arduino, serta tahapan penyusunan rangkaian elektronika sederhana. Demonstrasi penggunaan Tinkercad dilakukan secara bertahap sehingga peserta dapat mengikuti proses pembuatan rangkaian hingga menjalankan simulasi secara mandiri.

Pembelajaran diawali dengan demonstrasi karena sebagian besar mahasiswa belum pernah menggunakan Tinkercad sebagai media pembelajaran. Demonstrasi membantu peserta memahami antarmuka aplikasi sekaligus memberikan gambaran mengenai hubungan antara konsep-konsep Fisika Dasar dengan sistem yang akan disimulasikan (Ratna et al., 2023). Pendekatan seperti ini memberikan pengalaman belajar yang lebih kontekstual karena mahasiswa tidak hanya menerima penjelasan teori, tetapi juga melihat secara langsung penerapan konsep fisika dalam sebuah sistem digital. Pemanfaatan laboratorium virtual juga memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk melakukan eksplorasi tanpa bergantung pada ketersediaan perangkat laboratorium fisik sehingga proses pembelajaran menjadi lebih fleksibel dan interaktif (Potkonjak et al., 2016; Bower, 2019).



Gambar 1. Ilustrasi dan Demonstrasi Penggunaan Tinkercad

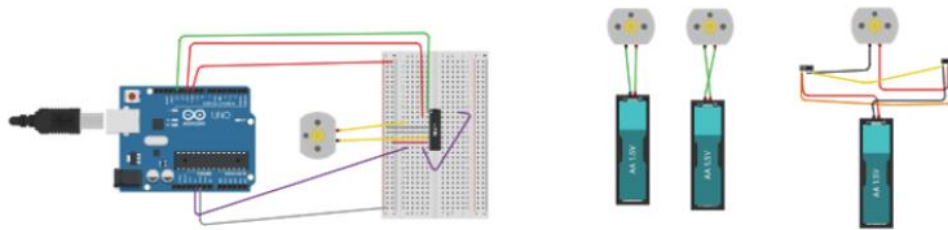
Setelah demonstrasi selesai, peserta mulai memahami fungsi setiap komponen pada rangkaian serta tahapan menjalankan simulasi. Kondisi tersebut menjadi dasar bagi pelaksanaan kegiatan praktik pada tahap berikutnya. Peserta juga diberikan kesempatan untuk mencoba secara langsung setiap langkah yang telah didemonstrasikan, mulai dari menyusun rangkaian sederhana, menghubungkan komponen Arduino dengan motor DC, hingga menjalankan simulasi pada platform Tinkercad. Kesempatan untuk mencoba secara mandiri membantu peserta lebih memahami alur penggunaan aplikasi sekaligus meningkatkan rasa percaya diri sebelum memasuki sesi praktik kelompok.

Pelaksanaan demonstrasi secara bertahap memberikan pengalaman belajar yang lebih mudah diikuti karena setiap tahapan disampaikan secara sistematis sesuai tingkat pemahaman peserta. Pendekatan ini memungkinkan mahasiswa tidak hanya mengenal fitur-fitur yang tersedia pada Tinkercad, tetapi juga memahami hubungan antara komponen elektronika, pemrograman Arduino, dan konsep-konsep Fisika Dasar yang mendasari cara kerja sistem motor DC. Penyampaian materi yang dipadukan dengan demonstrasi langsung mampu menciptakan pembelajaran yang lebih aktif, sehingga peserta dapat mengamati, mencoba, dan mendiskusikan setiap proses simulasi secara bersama-sama. Pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan demonstrasi dan praktik juga dapat meningkatkan keterlibatan peserta serta mempermudah pemahaman terhadap materi yang dipelajari (Riskawati et al., 2026)

Praktik Desain dan Simulasi Sistem Motor DC

Tahap praktik dilaksanakan dengan membagi peserta ke dalam sepuluh kelompok yang masing-masing terdiri atas tiga hingga empat mahasiswa. Setiap kelompok merancang rangkaian motor DC berbasis Arduino menggunakan Tinkercad, menyusun program sederhana, kemudian menguji hasil simulasi yang telah dibuat. Selama proses tersebut tim pengabdian memberikan pendampingan apabila peserta mengalami kendala dalam penyusunan rangkaian maupun penulisan program.

Seluruh kelompok berhasil menyelesaikan simulasi sistem motor DC sesuai dengan panduan yang telah disiapkan. Melalui kegiatan ini peserta dapat mengamati hubungan antara arus listrik, tegangan, energi listrik, daya, dan gerak rotasi secara lebih nyata dibandingkan hanya mempelajari teori di dalam kelas. Aktivitas merancang, menguji, dan memperbaiki simulasi juga memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk membangun pemahaman melalui pengalaman belajar secara langsung. Pendekatan tersebut sejalan dengan konsep pembelajaran konstruksionisme yang menekankan bahwa pemahaman akan lebih mudah terbentuk ketika peserta didik terlibat aktif dalam membuat dan mengevaluasi suatu produk pembelajaran (Resnick et al., 2021).



Gambar 2. Hasil simulasi sistem motor DC berbasis Arduino

Produk simulasi yang dihasilkan setiap kelompok menunjukkan bahwa platform Tinkercad mampu digunakan sebagai media pembelajaran alternatif dalam menjelaskan konsep-konsep Fisika Dasar secara lebih konkret. Simulasi juga memungkinkan peserta melakukan modifikasi rangkaian tanpa risiko kerusakan komponen sehingga proses eksplorasi dapat dilakukan secara berulang. Setiap kelompok diberikan kesempatan untuk melakukan pengujian terhadap rangkaian yang telah dirancang, kemudian memperbaiki kesalahan yang ditemukan hingga sistem dapat berfungsi sesuai dengan tujuan simulasi. Proses perbaikan secara berulang tersebut membantu peserta memahami hubungan antara perubahan rangkaian, logika pemrograman Arduino, dan respons motor DC yang dihasilkan.

Pelaksanaan praktik tidak hanya berorientasi pada penyelesaian tugas simulasi, tetapi juga mendorong peserta untuk berdiskusi, bertukar ide, dan mencari solusi terhadap kendala yang dihadapi selama proses perancangan. Suasana belajar yang kolaboratif memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk saling berbagi pengetahuan dan pengalaman sehingga proses pembelajaran menjadi lebih aktif. Kegiatan praktik yang dipadukan dengan simulasi digital juga membantu peserta menghubungkan konsep-konsep Fisika Dasar dengan penerapannya dalam sistem nyata, sehingga materi yang dipelajari menjadi lebih mudah dipahami dan diingat (Tawil et al., 2024). Pemanfaatan Tinkercad sebagai media simulasi berbasis Arduino telah memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif sekaligus meningkatkan keterampilan peserta dalam merancang dan menguji rangkaian elektronika secara virtual.

Kegiatan praktik juga memberikan pengalaman kepada peserta dalam menggunakan perangkat lunak simulasi sebagai bagian dari pembelajaran berbasis teknologi. Kemampuan merancang rangkaian, menyusun program sederhana, dan mengamati hasil simulasi secara langsung menjadi bekal awal bagi mahasiswa dalam mempelajari materi elektronika dan sistem kendali yang lebih kompleks pada perkuliahan berikutnya. Pemanfaatan Tinkercad sebagai laboratorium virtual memberikan kesempatan kepada peserta untuk melakukan eksplorasi, menguji berbagai alternatif rancangan, serta memperbaiki kesalahan secara mandiri tanpa risiko kerusakan perangkat (Wicaksono &

Handayani, 2024). Pengalaman tersebut mendukung terbentuknya pembelajaran yang lebih aktif, interaktif, dan berpusat pada peserta sehingga pemahaman konsep dapat berkembang melalui proses mencoba, mengamati, dan mengevaluasi hasil simulasi yang dilakukan.

Pendampingan

Pendampingan dilakukan selama kegiatan praktik berlangsung. Tim pengabdian memberikan arahan kepada setiap kelompok dalam memperbaiki kesalahan penyusunan rangkaian, mengidentifikasi kesalahan pada program Arduino, serta menjelaskan hubungan antara hasil simulasi dengan konsep-konsep Fisika Dasar yang dipelajari. Pendampingan dilakukan secara langsung sehingga setiap kendala yang dihadapi peserta dapat segera diidentifikasi dan diselesaikan. Pola pendampingan tersebut membantu peserta memahami langkah-langkah penyelesaian masalah secara bertahap sekaligus meningkatkan kepercayaan diri dalam mengoperasikan platform Tinkercad.

Kegiatan pendampingan juga memberikan ruang bagi peserta untuk berdiskusi, bertukar pengalaman, dan menyampaikan berbagai kendala yang ditemui selama proses simulasi berlangsung. Interaksi yang terjalin antara tim pengabdian dan peserta mendorong terciptanya suasana belajar yang lebih aktif serta memberikan kesempatan kepada setiap kelompok untuk memperoleh solusi sesuai dengan permasalahan yang dihadapi. Pendekatan ini tidak hanya membantu peserta menyelesaikan tugas simulasi, tetapi juga memperkuat pemahaman terhadap keterkaitan antara konsep fisika, rangkaian elektronika, dan logika pemrograman Arduino (Tambaip & Rediani, 2022).

Pelaksanaan pendampingan secara intensif turut mendorong berkembangnya kemampuan komunikasi, kerja sama, dan pemecahan masalah selama proses pembelajaran. Setiap kelompok aktif berdiskusi untuk mengevaluasi hasil simulasi, memperbaiki kesalahan rangkaian, serta membandingkan hasil yang diperoleh dengan kelompok lain. Aktivitas tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis simulasi yang disertai pendampingan mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih kolaboratif dan berpusat pada peserta. Pendampingan yang dilakukan secara berkelanjutan juga berkontribusi dalam meningkatkan keterampilan peserta dalam memanfaatkan teknologi digital sebagai media pembelajaran sekaligus mendukung pembelajaran yang lebih efektif dan interaktif (Tikva & Tambouris, 2023).

Peningkatan Keberdayaan Mitra

Evaluasi dilakukan menggunakan angket respons peserta, observasi selama kegiatan berlangsung, dan dokumentasi pelaksanaan kegiatan. Evaluasi bertujuan untuk mengetahui ketercapaian pelaksanaan pelatihan sekaligus memperoleh masukan sebagai dasar pengembangan kegiatan pada masa mendatang. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa peserta memberikan tanggapan yang sangat baik terhadap seluruh rangkaian pelatihan yang telah dilaksanakan.

Table 1. Respons Peserta terhadap Penggunaan Tinkercad dalam Pelatihan

Aspek Penilaian	Persentase (%)	Kategori
Kemudahan penggunaan Tinkercad	91	Sangat Baik
Daya tarik media simulasi	93	Sangat Baik
Dukungan terhadap pemahaman konsep Fisika Dasar	85	Sangat Baik
Peningkatan keterampilan teknologi	88	Sangat Baik
Kepuasan terhadap kegiatan	92	Sangat Baik
Rata-rata	90	Sangat Baik

Berdasarkan Tabel 1, seluruh aspek penilaian memperoleh kategori sangat baik dengan rata-rata persentase sebesar 90%. Persentase tertinggi terdapat pada aspek daya tarik media simulasi (93%), sedangkan aspek dukungan terhadap pemahaman konsep Fisika Dasar memperoleh persentase sebesar 85%. Capaian tersebut menunjukkan bahwa pemanfaatan Tinkercad sebagai laboratorium virtual mampu memberikan pengalaman belajar yang menarik sekaligus membantu peserta memahami keterkaitan antara konsep-konsep fisika dengan penerapannya dalam sistem teknologi. Media simulasi berbasis digital memberikan kesempatan kepada peserta untuk melakukan eksplorasi, mengamati hasil simulasi secara langsung, serta melakukan perbaikan terhadap rangkaian yang telah dibuat sehingga proses pembelajaran menjadi lebih interaktif dan kontekstual (Manalu, et al., 2025).

Respons positif peserta terhadap media pembelajaran juga terlihat dari penyampaian mereka bahwa kegiatan praktik dan pendampingan membantu memahami langkah-langkah penyusunan rangkaian serta penggunaan program Arduino pada platform Tinkercad. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa perpaduan antara penyampaian materi, demonstrasi, praktik, dan pendampingan mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih bermakna karena peserta tidak hanya memahami konsep secara teoritis, tetapi juga memperoleh kesempatan untuk menerapkannya secara langsung melalui simulasi digital (Mulyadi et al., 2024).

Table 2. Hasil Observasi Keterlibatan Peserta

Aspek Observasi	Persentase (%)	Kategori
Partisipasi dalam diskusi	87	Sangat Baik
Kemampuan mengikuti simulasi	90	Sangat Baik
Kerja sama dalam kelompok	89	Sangat Baik
Penyelesaian tugas simulasi	94	Sangat Baik
Rata-rata	90	Sangat Baik

Berdasarkan Tabel 2, seluruh aspek observasi berada pada kategori sangat baik dengan rata-rata persentase sebesar 90%. Persentase tersebut menunjukkan bahwa peserta berpartisipasi aktif selama mengikuti seluruh rangkaian kegiatan, mulai dari penyampaian materi, demonstrasi, praktik simulasi, hingga diskusi kelompok. Tingginya keterlibatan peserta menunjukkan bahwa pelatihan berbasis praktik mampu menciptakan suasana belajar yang lebih aktif, kolaboratif, dan berpusat pada peserta. Interaksi yang terbangun selama kegiatan juga memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk saling berdiskusi, bertukar ide, serta menyelesaikan permasalahan yang muncul secara bersama-sama sehingga proses pembelajaran berlangsung lebih efektif (Tikva & Tambouris, 2023).

Hasil evaluasi secara keseluruhan menunjukkan bahwa pelaksanaan pelatihan telah mencapai tujuan yang diharapkan, yaitu memperkenalkan pemanfaatan Tinkercad sebagai laboratorium virtual sekaligus memberikan pengalaman kepada mahasiswa dalam merancang dan mensimulasikan sistem motor DC berbasis Arduino. Pengembangan kegiatan serupa dapat dilakukan dengan memperluas variasi topik simulasi serta melibatkan lebih banyak peserta agar pemanfaatan laboratorium virtual dapat mendukung pembelajaran Fisika Dasar secara lebih luas dan berkelanjutan.

Kesimpulan

Pelatihan desain dan simulasi sistem motor DC berbasis Arduino menggunakan Tinkercad telah terlaksana dengan baik dan mendapat respons yang sangat positif dari

mahasiswa Program Studi Biologi. Kegiatan ini memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif melalui pemanfaatan laboratorium virtual, sehingga membantu peserta memahami keterkaitan antara konsep-konsep Fisika Dasar dengan penerapannya dalam sistem teknologi sederhana. Pelaksanaan pelatihan yang dipadukan dengan praktik, simulasi, dan pendampingan juga mendukung peningkatan keterampilan peserta dalam memanfaatkan teknologi digital sebagai media pembelajaran.

Pelaksanaan kegiatan ini menunjukkan bahwa Tinkercad dapat dimanfaatkan sebagai alternatif laboratorium virtual dalam pembelajaran Fisika Dasar, terutama pada kondisi yang memiliki keterbatasan sarana praktikum. Kegiatan serupa dapat dikembangkan pada materi Fisika Dasar lainnya maupun mata kuliah yang memerlukan kegiatan praktikum berbasis simulasi. Keterlibatan peserta yang lebih luas serta pengembangan variasi simulasi berbasis Arduino diharapkan dapat memperkaya pengalaman belajar mahasiswa dan mendukung implementasi pembelajaran yang lebih kontekstual, inovatif, serta sesuai dengan kebutuhan pembelajaran abad ke-21. Kolaborasi antara dosen, mahasiswa, dan pemanfaatan teknologi digital juga diharapkan dapat terus mendukung terciptanya proses pembelajaran yang adaptif, efektif, dan berkelanjutan.

Acknowledgment

Daftar Pustaka

- Bower, M. (2019). Technology-mediated learning theory. *British Journal of Educational Technology*, 50(3), 1035–1048. <https://doi.org/10.1111/bjet.12771>
- Caballero, M. D., Kohlmyer, M. A., & Schatz, M. F. (2021). Implementing and assessing computational modeling in introductory physics. *Physical Review Physics Education Research*, 17(1), 010123. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.010123>
- Chen, P., Yang, D., Metwally, A. H. S., Lavonen, J., & Wang, X. (2023). Fostering computational thinking through unplugged activities: A systematic literature review and meta-analysis. *International Journal of STEM Education*, 10(1), 47. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00456-7>
- Manalu, F. R. G., Wijayanti, L., Mulyadi, M., Ghozali, T., Sereati, C. O., & Kartawidjaja, M. A. (2025). Pelatihan mikrokontroler dasar Arduino UNO dan simulasi Tinkercad. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Charitas*, 4(2), 81–88. <https://doi.org/10.25170/charitas.v4i02.6168>
- Mulyadi, M., Indriati, K., Wijayanti, L., Sereati, C. O., & Octaviani, S. (2024). Pelatihan dasar elektronika menggunakan Arduino dan simulasi TinkerCad untuk Guru SMP Kristen Harapan Bagi Bangsa Cilincing. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Charitas*, 4(1), 9–14. <https://doi.org/10.25170/charitas.v4i01.5441>
- Nurhayati, A. S., Kusnandar, K., Mega, N. A., & Warisno. (2022). Analisis kebutuhan pengembangan model pembelajaran terintegrasi teknologi informasi dan komunikasi pada Sanggar Kegiatan Belajar. *Jurnal Teknodik*, 26(1). <https://doi.org/10.32550/teknodik.vi.793>
- Nouri, J., Zhang, L., Mannila, L., & Norén, E. (2020). Development of computational thinking, digital competence and 21st century skills when learning programming

- in K-9. *Education Inquiry*, 11(1), 1-17.
<https://doi.org/10.1080/20004508.2019.1627844>
- OECD. (2021). *21st century learning: Research, innovation and policy*. OECD Publishing.
- Potkonjak, V., Gardner, M., Callaghan, V., Mattila, P., Guetl, C., Petrović, V. M., & Jovanović, K. (2016). Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Computers & Education*, 95, 309-327.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.002>
- Ratnadewi, R., Muliady, M., Prijono, A., Susanthi, Y., Sunoto, T. D., Chandra, E., Setiawan, A., & Ananda, R. (2023). Pembelajaran rangkaian listrik dengan aplikasi TinkerCAD Circuit pada akademisi di Indonesia. *Jurnal ABDINUS: Jurnal Pengabdian Nusantara*, 7(3), 819-829. <https://doi.org/10.29407/ja.v7i3.16831>
- Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., Millner, A., Rosenbaum, E., Silver, J., Silverman, B., & Kafai, Y. (2009). Scratch: Programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11), 60-67.
<https://doi.org/10.1145/1592761.1592779>
- Riskawati, R., Nurhasmi, N., Ansar, A., & Baharuddin, H. (2025). Pengenalan dan Pelatihan Sistem Sensor dan Buzzer Berbasis Arduino sebagai Media Pembelajaran Interaktif. *Jurnal IPMAS*, 5(3), 185-194.
<https://doi.org/10.54065/ipmas.5.3.2025.1062>
- Riskawati, Sanusi, D. K., Utami, N. W. M. S., & Irfanita, R. (2026). Pelatihan pembuatan eksperimen fisika digital dengan Arduino di Tinkercad untuk meningkatkan kompetensi calon guru. *Jurnal IPMAS*, 6(1), 1-12.
<https://doi.org/10.54065/ipmas.6.1.2026.1064>
- Sadiyah, K., Restian, M. A. F., Putri, I. A., et al. (2022). Pelatihan dan pendampingan pembuatan perangkat pembelajaran Kurikulum Merdeka Belajar bagi pendidik madrasah. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Khaira Ummah*, 1(1), 77-82.
<https://doi.org/10.34001/khairaummah.01012022-11>
- Sari, M., Riswandi, R., & Nurwahidin, M. (2022). Urgensi analisis kebutuhan pada penyelenggaraan program pendidikan dan pelatihan. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 1(2), 46-51. <https://doi.org/10.56854/tp.v1i2.22>
- Tambaip, B., & Rediani, N. N. (2022). Meningkatkan kemampuan menulis artikel ilmiah melalui pelatihan dan pendampingan. *International Journal of Community Service Learning*, 6(4), 448-457. <https://doi.org/10.23887/IJCSL.V6I4.53273>
- Tawil, M., Rusli, M. A., Bakkara, H., & Jatmiko, B. (2024). Alternative virtual lab-based practical learning model to improve scientific attitude and science process skills. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 10(1), 47-60.
<https://doi.org/10.21009/1.10105>
- Tikva, C., & Tambouris, E. (2023). The effect of scaffolding programming games and attitudes towards programming on the development of computational thinking. *Education and Information Technologies*, 28, 6845-6867.
- Wicaksono, P., & Handayani, L. (2024). Pengembangan modul praktikum listrik dinamis arus searah berbasis Tinkercad. *Unnes Physics Education Journal*, 13(1), 45-52.
<https://doi.org/10.15294/upej.v13i1.8629>

Wu, T. T., Lin, C. J., Wang, S. C., & Huang, Y. M. (2023). Tracking visual programming language-based learning progress for computational thinking education. *Sustainability*, 15(3), 1983. <https://doi.org/10.3390/su15031983>