Journal of Innovative and Creativity
Journal Homepage: https://joecy.org/index.php/joecy
e-mail: journaljoecy@gmail.com

Faculty of Education
University of Pahlawan Tuanku Tambusai
ISSN 2775-771X (Online)
ISSN 2962-570X **(Printed)**
6 (1) 2026, Page: 15165-15169

Model Pembelajaran STEM *(Science Technology Engineering Mathematics)* Pembuatan Pintu Otomatis Berbasis Arduino Uno untuk Meningkatkan Pemahaman Sistem Otomasi pada Siswa

Dinda Permata Sukma, Rahmah Dila
Universitas Alifah Padang
dindapermatasukma@alifah.ac.id

Published: Februari 2026

ABSTRACT

Model pembelajaran STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) bertujuan meningkatkan pemahaman siswa tentang sistem otomasi melalui proyek pembuatan pintu otomatis berbasis Arduino Uno. Studi ini didorong oleh kurangnya pemahaman tentang konsep sistem kontrol dan otomasi. Konsep-konsep ini hanya diajarkan secara teoritis dan tidak memberikan pengalaman praktis kepada siswa. Pembelajaran berbasis proyek menggabungkan elemen matematika, sains, teknologi, dan rekayasa dalam pendekatan STEM. Siswa didorong untuk menyelesaikan masalah dunia nyata dengan menggunakan pengetahuan lintas disiplin saat mereka mendesain dan membuat sistem pintu otomatis. Metode kuantitatif digunakan dalam penelitian ini. Desain eksperimen digunakan dengan metode pretest dan posttest. Subjek penelitian adalah siswa yang berada di tingkat menengah. Pembelajaran dilaksanakan melalui langkah-langkah berbasis proyek: identifikasi masalah, perancangan sistem, perakitan rangkaian, pemrograman menggunakan Arduino Uno, pengujian, dan evaluasi. Tes pemahaman konsep, lembar observasi, dan dokumentasi kegiatan adalah alat penelitian. Untuk menentukan peningkatan hasil belajar siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa memahami konsep sistem otomasi secara signifikan setelah penerapan model pembelajaran STEM. Nilai mereka berada dalam kategori sedang hingga tinggi. Selain itu, siswa menunjukkan peningkatan dalam kemampuan mereka dalam pemecahan masalah, kerja sama tim, dan pemrograman mikrokontroler serta perancangan sistem. Model pembelajaran STEM berbasis proyek pembuatan pintu otomatis menggunakan Arduino Uno membantu siswa lebih memahami sistem otomasi dan memperoleh keterampilan modern.

Keywords: pembelajaran STEM, Arduino Uno, sistem otomasi, pembelajaran berbasis proyek, pemahaman siswa

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Atibution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

PENDAHULUAN

Sumber daya manusia dengan kemampuan di bidang sains, teknologi, rekayasa, dan matematika (STEM) sangat diperlukan karena perkembangan industri yang cepat di Revolusi Industri 4.0. Sistem otomasi telah menjadi bagian penting dari kehidupan modern, mulai dari industri manufaktur hingga sistem pertanian presisi dan rumah pintar. Kemampuan siswa untuk memahami dan menggunakan sistem otomasi adalah salah satu kompetensi yang semakin penting dalam pendidikan menengah, khususnya di Madrasah Aliyah (MA).

Menurut Bybee (2013), model pembelajaran STEM memungkinkan peningkatan kemampuan siswa untuk berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif. Integrasi STEM dalam pembelajaran tidak hanya mengajarkan materi secara terpisah, tetapi juga menghubungkan disiplin ilmu untuk memecahkan masalah dunia nyata. Arduino Uno adalah platform mikrokontroler berbasis open-source yang menawarkan lingkungan pemrograman yang mudah dipelajari tetapi memiliki kekuatan yang cukup untuk memulai berbagai proyek sistem otomasi. Dalam pembelajaran STEM, telah terbukti bahwa Arduino meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa (Barker et al., 2014). Siswa dapat belajar

elektronika, pemrograman, dan sistem kendali secara terintegrasi dengan Arduino melalui proyek nyata.

Studi menunjukkan bahwa STEM dan Arduino berfungsi dengan baik dalam pembelajaran. Pembelajaran berbasis proyek STEM meningkatkan pemahaman konsep sains siswa (Gonzalez dan Kuenzi 2012). Dengan cara yang sama, penelitian yang dilakukan oleh Nugent et al. (2010) menunjukkan bahwa robotika dan teknologi yang digunakan dalam pembelajaran STEM meningkatkan minat siswa terhadap karir di bidang sains dan teknologi.

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

(1) Membuat model pembelajaran STEM untuk materi sistem otomasi berbasis Arduino Uno

(2) Menguji validitas model

(3) Mengetahui seberapa baik model tersebut membantu siswa dalam memahami metode STEM pembuatan pintu otomatis menggunakan arduino uno

1.1. Metode Pembelajaran STEM

Nama STEM, yang pertama kali dibuat oleh National Science Foundation (NSF) Amerika Serikat pada tahun 1990-an, merujuk pada bidang sains, teknologi, teknik, dan matematik. Dalam perspektif yang lebih luas, Sanders (2009) menyatakan bahwa pembelajaran STEM bukan sekadar mengajarkan keempat bidang ilmu secara bersamaan, itu adalah pendekatan meta-disiplin yang mengintegrasikan keempat bidang ilmu secara sinergis untuk memecahkan masalah dunia nyata. Sebaliknya, pembelajaran STEM menciptakan pengalaman belajar autentik di mana siswa dapat melihat hubungan penting antara sains, teknologi, rekayasa, dan matematika.

Menurut Kelley dan Knowles (2016), pembelajaran STEM didefinisikan sebagai pendekatan yang mengintegrasikan dua atau lebih disiplin STEM yang terkait dengan dunia nyata melalui aktivitas inkuiri berbasis masalah. Mereka berpendapat bahwa integrasi STEM yang efektif harus mencakup empat elemen utama: (1) koneksi antara disiplin ilmu yang jelas; (2) konteks dunia nyata yang sebenarnya; (3) pendekatan inkuiri; dan (4) desain rekayasa sebagai pemersatu.

1.2 Arduino Uno

Papan mikrokontroler berbasis ATmega328P yang dikembangkan oleh Massimo Banzi et al. di Italia pada tahun 2005 dikenal sebagai Arduino Uno. Arduino Uno memiliki banyak fitur, menurut Monk (2012), termasuk jack daya, header ICSP, tombol reset, 6 pin analog input, dan 16 MHz kristal osilator. Arduino menggunakan bahasa pemrograman berbasis C/C++ yang mudah dipahami oleh pemula.

Karena berbagai fiturnya, Arduino telah menjadi alat pembelajaran yang populer di dunia pendidikan. Pertama, Arduino bersifat open-source, yang berarti pengembangannya tidak mahal. Kedua, komunitas dan instruksi yang tersedia untuk Arduino memudahkan proses pembelajaran mandiri. Terakhir, Arduino dapat berinteraksi dengan banyak sensor dan aktuator, yang memungkinkan berbagai proyek sistem otomasi dilaksanakan (Blum, 2013).

1.3 Sistem Otomasi dalam Pembelajaran

Sistem otomasi adalah teknologi yang menggunakan sistem kontrol seperti komputer, robot, dan teknologi informasi untuk mengelola berbagai mesin dan proses dan menggantikan manusia dalam melakukan pekerjaan tertentu. Menurut Groover (2008), otomasi adalah teknologi yang melibatkan penggunaan sistem mekanik, elektronik, dan sistem berbasis komputer untuk menjalankan dan mengawasi proses produksi.

Komponen-komponen dasar, yaitu sensor (input), mikrokontroler (prosesor), dan aktuator (output), dapat digunakan untuk mempelajari sistem otomasi dalam konteks pembelajaran STEM di sekolah menengah. Pemahaman tentang sistem otomasi mencakup: (1) prinsip dasar sensor dan transduser; (2) konsep pemrograman dan logika kontrol; (3) prinsip kerja aktuator, seperti motor dan relay; dan (4) penerapan loop kontrol terbuka dan tertutup (Bolton, 2015).

METODE

Pendekatan Penelitian dan Pengembangan (R&D) digunakan dalam penelitian ini karena tujuan utama penelitian adalah membuat produk yang berfungsi sebagai model pembelajaran STEM berbasis Arduino Uno yang efektif. Desain penelitian didasarkan pada model pengembangan Dick, Carey, dan Carey (2005), yang telah dimodifikasi untuk memenuhi kebutuhan penelitian.

Studi ini dilakukan di MAN 3 Kota Padang, 32 siswa kelas XII IPA 1 14 laki-laki dan 18 perempuan adalah subjek penelitian. Dan ada 2 orang dosen yang berpengalaman dalam bidang elektro.

Penelitian dilakukan dalam lima tahap sesuai dengan model ADDIE. Observasi kelas, wawancara guru, dan analisis dokumen kurikulum dilakukan selama dua minggu untuk tahap analisis. Selanjutnya, tahap desain dilakukan selama tiga minggu untuk merancang model pembelajaran, silabus, RPP, LKPD, dan instrumen penilaian. Selanjutnya, tahap pengembangan dilakukan selama empat minggu untuk mengembangkan semua komponen dan modul Arduino. Tahap penerapan dilakukan selama enam pertemuan (12 jam pelajaran).

HASIL DAN PEMBAHASAN

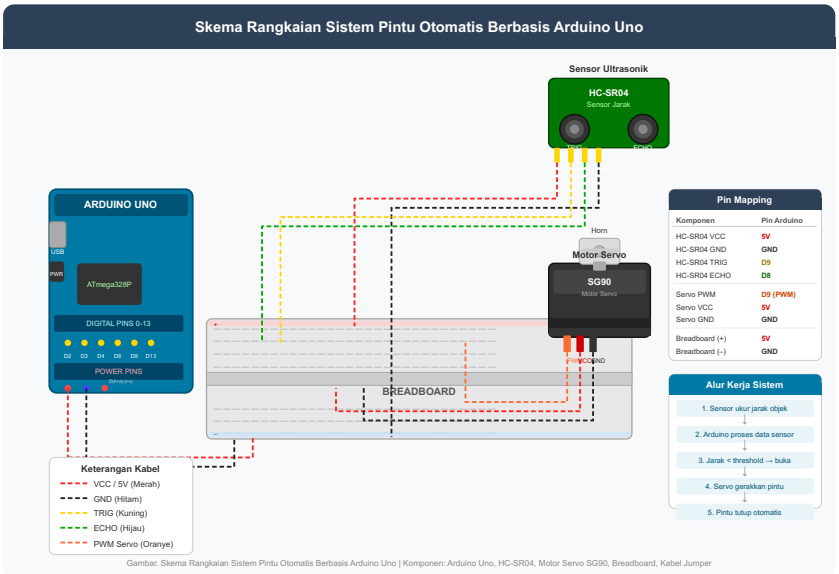
Berdasarkan hasil analisis, dibuat model pembelajaran STEM berbasis Arduino Uno yang terdiri dari enam pertemuan yang mencakup:

(1) pengenalan Arduino Uno dan komponen elektronika dasar
(2) pemrograman dasar dan output LED Arduino
(3) sistem sensor cahaya dan suhu
(4) sistem kendali motor DC
(5) otomasi pintu otomatis sistem
(6) proyek akhir sistem otomasi terintegrasi.

Komponen Utama

Komponen utama pada inovasi pembelajaran STEM pembuatan pintu otomatis terdiri dari :

1. Arduino uno sebagai microcontroller yang berfungsi sebagai pusat kendali sistem secara keseluruhan
2. Sensor Jarak Ultrasonik HC-SR04 berfungsi untuk mendeteksi keberadan objek yang mendekati pintu dengan cara memancarkan gelombang ultrasonik dan emnghitung waktu pantulan gelombang tersebut kembali ke sensor
3. Motor Servo SG90 berfungsi sebagai aktuator penggerak mekanisme buka dan tutup pintu
4. Breadboard (Papan Rangkaian) berfungsi sebagai media penghubung dan penyusunan rangkaian elektronika tanpa memerlukan proses soldering
5. Kabel Jumper berfungsi sebagai penghubung antar komponen pada breadboard maupun antara breadboard dengan pin - pin Arduino Uno. Kabel jumper tersedia dalam tiga jenis yaotu male to male,

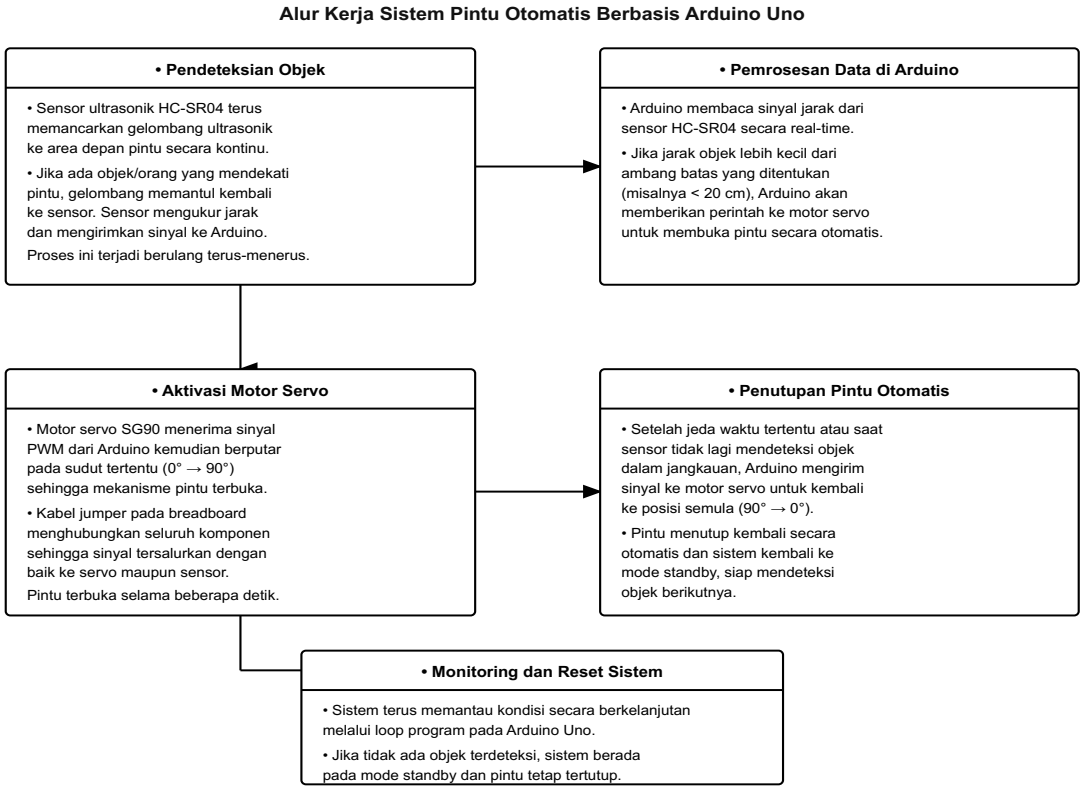


Gambar. Skema Rangkaian Sistem Pintu Otomatis Berbasis Arduino Uno | Komponen: Arduino Uno, HC-SR04, Motor Servo SG90, Breadboard, Kabel Jumper

male to female dan female to female yang masing masing digunakan sesuai dengan kebutuhan koneksi antar komponen

Gambar 1. Skema Rangkaian Pintu Otomatis

Alur kerja Pembuatan Pintu Otomatis Menggunakan Arduino Uno dideskripsikan pada alur ini :
Gambar 2 : Alur Kerja Pintu Otomatis



Gambar. Alur Kerja Sistem Pintu Otomatis Berbasis Arduino Uno

Sintaks pembelajaran STEM: Observe, New Idea, Innovation, Creativity (ONIC) digunakan untuk setiap pertemuan. Ini juga dikombinasikan dengan pendekatan pembelajaran berbasis proyek (PjBL). Hasil observasi yang dilakukan selama enam pertemuan selama tiga minggu menunjukkan bahwa implementasi model pembelajaran mencapai 91,3%. Ini menunjukkan bahwa guru dapat melaksanakan hampir semua tahapan pembelajaran sesuai dengan RPP. Siswa sangat terlibat dalam implementasi, terutama dalam latihan merakit rangkaian Arduino dan memprogram mikrokontroler. Siswa diperkenalkan dengan komponen dasar Arduino Uno pada pertemuan pertama dan belajar menggunakan software Arduino IDE pada pertemuan kedua hingga kelima. Pada pertemuan-pertemuan ini, siswa membangun proyek yang semakin kompleks, mulai dari menyalakan LED hingga membuat sistem sensor otomatis. Puncak implementasi adalah pertemuan keenam, di mana siswa mengerjakan proyek akhir yang akan menggabungkan berbagai komponen yang telah mereka pelajari untuk membuat sistem otomasi terintegrasi.

Jumlah respons positif siswa (89,4%) terhadap model pembelajaran ini konsisten dengan temuan Barker et al. (2014) yang menemukan bahwa penggunaan Arduino meningkatkan keterlibatan dan keinginan siswa untuk belajar STEM. Siswa sangat antusias karena mereka dapat melihat hasil kerja mereka secara langsung, yang memberikan kepuasan belajar yang tidak dapat diperoleh dari metode pembelajaran konvensional.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat ditarik kesimpulan bahwa model pembelajaran STEM berbasis Arduino Uno yang dikembangkan memiliki tingkat validitas yang sangat tinggi yang

berarti model yang dikembangkan layak digunakan dalam pembelajaran sistem otomasi di kelas XII MAN 3 Padang.

Respons siswa terhadap model pembelajaran STEM berbasis Arduino Uno sangat positif dengan persentase rata-rata 89,4%. Siswa merasa tertarik dan termotivasi dalam belajar sistem otomasi melalui pendekatan proyek berbasis Arduino.

Berdasarkan kesimpulan tersebut, disarankan agar guru dapat mengadopsi model pembelajaran STEM berbasis Arduino Uno dalam pembelajaran sistem otomasi dan topik-topik teknologi lainnya.

REFERENSI

Ananingtyas, R. S. A., Sakti, R. E., Hakim, M. H., & Nonggala Putra, F. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Arduino pada Pembelajaran STEM dalam Meningkatkan Literasi Sains dan Digital. *Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual, 7*(1), 178–186. https://doi.org/10.28926/briliant.v7i1.795

Barker, B. S., Nugent, G., Grandgenett, N., & Adamchuk, V. (2014). *Robots in K-12 Education: A New Technology for Learning.* Hershey, PA: IGI Global. https://doi.org/10.4018/978-1-4666-0182-6

Blum, J. (2013). *Exploring Arduino: Tools and Techniques for Engineering Wizardry.* Indianapolis: John Wiley & Sons. https://doi.org/10.1002/9781118549360

Branch, R. M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach.* New York: Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6

Gonzalez, H. B., & Kuenzi, J. J. (2012). *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer.* Congressional Research Service Report R42642. Washington, D.C.: Library of Congress. https://sgp.fas.org/crs/misc/R42642.pdf

Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics, 66*(1), 64–74. https://doi.org/10.1119/1.18809

Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education, 3*(1), 11. https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z

Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology, 28*(4), 563–575. https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1975.tb01393.x

Nugent, G., Barker, B., Grandgenett, N., & Adamchuk, V. I. (2010). Impact of robotics and geospatial technology interventions on youth STEM learning and attitudes. *Journal of Research in Technology in Education, 42*(4), 391–408. https://doi.org/10.1080/15391523.2010.10782557

Prabowo, N. K., Paristiowati, M., & Irwanto. (2024). Arduino-based real-time data acquisition systems: boosting STEM career interest. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE), 13*(4), 2316–2325. https://doi.org/10.11591/ijere.v13i4.27001