

Pengembangan Trainer Sensor Berbasis Arduino ESP32 Sebagai Media Pembelajaran Piranti Sensor dan Aktuator di Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 1 Singosari

Rohma Endar Puspita¹, Sulthon Dwi Husni², Virham Anugrah Jayansyah³, Syamsul Mu'arief⁴, Anik Nur Handayani⁵

1. Universitas Negeri Malang, Indonesia | rohma.endar.2105346@students.um.ac.id
2. Universitas Negeri Malang, Indonesia | sulthon.dwi.2105346@students.um.ac.id
3. Universitas Negeri Malang, Indonesia | virham.anugrah.2105346@students.um.ac.id
4. SMKN 1 Singosari, Indonesia |
5. Universitas Negeri Malang, Indonesia | aniknur.ft@um.ac.id

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengembangkan, menguji unjuk kerja serta menguji tingkat kelayakan trainer sensor berbasis Arduino ESP32 sebagai media pembelajaran piranti sensor dan aktuator Kelas XI Teknik Otomasi Industri di Sekolah Menengah Kejuruan Negeri (SMKN) 1 Singosari. Riset ini memakai metode pengembangan Research and Development serta model pengembangan ADDIE yang terdiri dari 5 langkah yaitu Analysis, Design, Development, Implementation serta Evaluation. Hasil riset uji kelayakan ialah uji validasi media, uji validasi materi serta uji pengguna oleh responden. Persentase uji kelayakan rata-rata totalitas yang didapatkan dari ahli media sebesar 86,62%, oleh ahli materi sebesar 90,85% serta oleh pengguna ataupun responden sebesar 80,78%. Hasil uji kelayakan didapatkan bahwa trainer sensor berbasis Arduino dapat dikatakan dengan pada kategori sangat layak.

Kata Kunci

Trainer, sensor dan aktuator, Arduino, lembar kerja, media pembelajaran

1. Pendahuluan

Dalam konteks pendidikan tinggi keteknikan, pemanfaatan media pendidikan untuk pembelajaran praktik diperlukan untuk memastikan bahwa mahasiswa memiliki keterampilan teknis dalam mengoperasikan suatu pekerjaan tertentu, misalnya kemampuan menggunakan alat ukur, mengkalibrasi alat ukur sampai dengan melakukan pengukuran pada objek kerja menggunakan alat ukur (Yusro *et al.*, 2021). Salah satu cara dalam meningkatkan kualitas peserta didik khususnya Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) dengan cara mengikuti teknologi dan menerapkannya dalam pembelajaran (Saputra and Zuhrie, 2021). Pembelajaran Trainer Kit dapat mencapai sasaran melalui model, metode dan media pembelajaran yang tepat yang digunakan oleh guru (Syaefrudin and Hertanto, 2016). Salah satu media yang potensial untuk digunakan adalah sensor trainer berbasis Arduino ESP32. Alat ini terdiri dari berbagai komponen yang dikelompokkan menjadi tiga bagian utama, yaitu komponen input, proses, dan output. Dalam perancangannya, sensor trainer dapat bervariasi tergantung kebutuhan, namun komponen utama yang harus ada adalah Arduino ESP32 sebagai prosesor, LED sebagai output, dan berbagai sensor sesuai keinginan perancang.

Sensor trainer berbasis Arduino ESP32 dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran sensor dan aktuator karena sesuai dengan kebutuhan pendidikan vokasi. Alat ini memberikan keuntungan bagi siswa, yaitu mereka tidak perlu merakit sensor dari awal. Jika terjadi kesalahan dalam proses pembelajaran, siswa tidak perlu memulai ulang dari awal, sehingga proses belajar menjadi lebih efisien dan terarah.

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan guru serta siswa di SMK Negeri 1 Singosari, diketahui bahwa media pembelajaran terkait sensor dan aktuator masih kurang memadai. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sensor trainer berbasis Arduino ESP32 sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran sensor dan aktuator di SMK Negeri 1 Singosari.

2. Metode

Tipe riset yang digunakan merupakan tata cara Research and Development (R&D). Tata cara riset ini bertujuan untuk menciptakan sensor trainer berbasis Arduino ESP32 beserta jobsheet yang nantinya hendak diuji keefektifan produknya. Gambar 1 memperlihatkan langkah penelitian yang dilakukan.

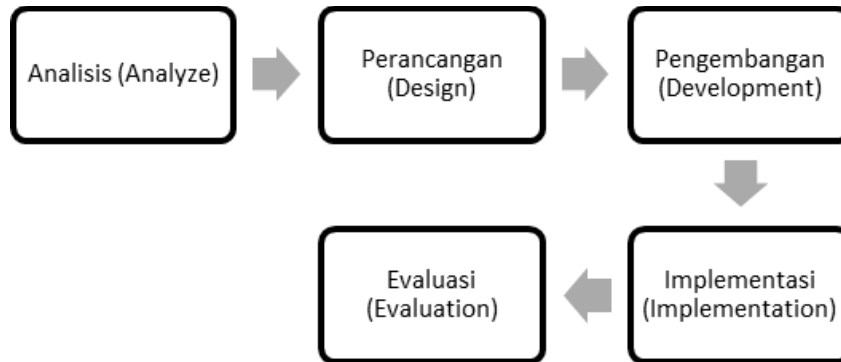
1) Jenis Penelitian

Riset ini memakai pendekatan deskriptif kualitatif dengan memakai tata cara riset Research and Development (R&D) model pengembangan ADDIE.

2) Waktu dan Tempat Penelitian

Riset dilakukan di SMKN 1 Singosari yang beralamat di Jalur Raya Modoroko Nomor. 3, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Waktu penerapan riset diawali pada

bulan April 2024 - Juni 2024 kepada peserta didik kelas XI Jurusan Teknik Otomasi Industri tahun ajaran 2023/ 2024 yang berjumlah 72 siswa.



Gambar 1. Skema Model Pengembangan ADDIE

3) Sasaran/Subjek Penelitian

Populasi merupakan keseluruhan objek/subjek penelitian, sedangkan sampel merupakan sebagian atau wakil yang memiliki karakteristik representasi dari populasi (Amin, Garancang and Abunawas, 2017). Dalam penelitian ini, populasi yang diteliti adalah semua siswa kelas XI Program Keahlian Teknik Otomasi Industri di SMK Negeri 1 Singosari pada tahun ajaran 2023/2024, yang berjumlah 72 siswa. Untuk memperoleh data yang representatif, peneliti memilih sampel dari populasi tersebut.

Sampel dalam penelitian ini terdiri dari 10 siswa yang diambil dari total populasi siswa. *Simple Random Sampling* merupakan pengambilan sampel dilakukan dalam satu langkah dengan masing-masing subjek dipilih secara independen dari anggota populasi lainnya (Firmansyah and Dede, 2022). Pada penelitian ini pemilihan sampel dilakukan menggunakan teknik sampling acak sederhana, yang memberikan kesempatan yang sama bagi semua siswa untuk terpilih. Selain itu, penelitian ini juga melibatkan guru jurusan Teknik Otomasi Industri sebagai pakar modul dan pakar media, yang memberikan wawasan dan validasi terhadap materi yang dikembangkan.

Dengan demikian, penelitian ini menggabungkan perspektif dari siswa sebagai pengguna media pembelajaran dan guru sebagai ahli di bidangnya, sehingga hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran yang komprehensif mengenai pengembangan media pembelajaran sensor trainer berbasis Arduino ESP32.

4) Instrumen Penelitian

Instrumen riset ialah perlengkapan yang digunakan buat mengukur fenomena alam ataupun sosial yang diamati (Sugiono, 201, hlm. 147). Instrumen yang digunakan dalam riset ini merupakan kuesioner *checklist*, skala pengukuran yang digunakan merupakan skala likert. Kuesioner ini hendak dibesarkan buat mengenali tingkatan kelayakan jobsheet yang sudah

dibesarkan, kuesioner hendak diberikan pada sesi uji pakar serta pada sesi uji pengguna terbatas.

5) Teknik Analisis Data

Teknik yang dipakai untuk menganalisis data yang diperoleh ialah bentuk analisis deskriptif kualitatif. Menurut Noeng Muhadjir dalam (Rijali, 2019), mengemukakan pengertian analisis data sebagai “upaya mencari dan menata secara sistematis catatan hasil observasi, wawancara, dan lainnya untuk meningkatkan pemahaman peneliti tentang kasus yang diteliti dan menyajikannya sebagai temuan bagi orang lain. Teknik ini dapat digunakan untuk menjelaskan tingkat kelayakan produk yang dikembangkan berdasarkan data empiris yang diperoleh dari responden. Setelah memperoleh data empiris dari hasil pengisian angka, data kualitatif berikutnya akan diubah menjadi data kuantitatif dengan menggunakan Skala Likert. Tabel 1 memperlihatkan kriteria skor penilaian dari Skala Likert:

Tabel 1. Kriteria Penilaian Skala Likert

Singkatan	Arti	Nilai
SB	Sangat Baik	4
B	Baik	3
TB	Tidak Baik	2
STB	Sangat Tidak Baik	1

Setelah data terkonversi, kemudian dilakukan perhitungan untuk menentukan skor rerata tiap butir dengan Pers. (1).

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad \text{Pers. (1)}$$

Keterangan:

\bar{x} = Poin rata-rata

$\sum x$ = Poin total penilai

n = Jumlah pertanyaan

Setelah diperoleh skor rata-rata tiap butir, selanjutnya dihitung persentase kelayakan dengan menggunakan Pers. (2).

$$\text{Persentase Kelayakan (\%)} = \frac{\text{Skor yang diobservasi}}{\text{Skor yang diharapkan}} \times 100\% \quad \text{Pers.(2)}$$

Setelah ditentukan persentase kelayakannya, langkah selanjutnya adalah mengklasifikasikan tingkat kelayakan dengan menggunakan skala pengukuran skala evaluasi, seperti terlihat di Tabel 2 (Sugiyono, 2013: 207).

Tabel 2. Taraf Tingkat Kelayakan

No.	Skor dalam Persen (%)	Kategori Kelayakan
1.	0% - 25%	Sangat Tidak Baik
2.	>25% - 50%	Kurang Baik
3.	>50% - 75%	Cukup Baik
4.	>75% - 100%	Sangat Baik

Apabila data survei tes bakat menunjukkan hasil akhir minimal dengan kategori “Sangat Baik”, maka dapat digunakan sebagai media pembelajaran. Apabila hasil akhirnya buruk, masuk dalam kategori “Cukup Baik”, atau masuk dalam kategori “Kurang Baik”, maka media tersebut tidak dapat digunakan sebagai media pembelajaran.

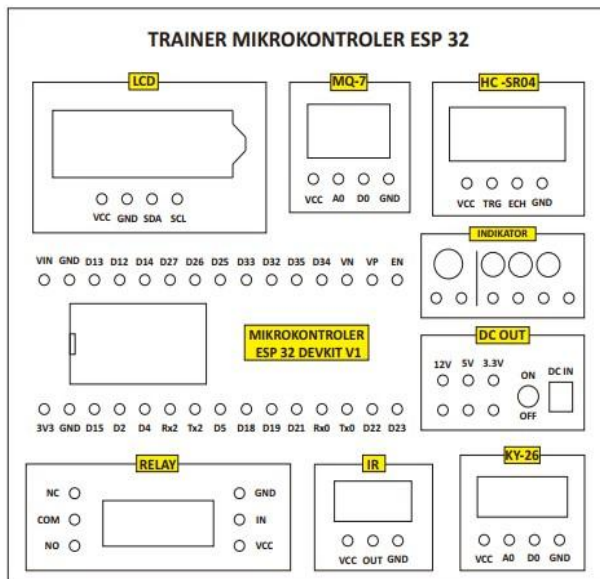
3. Hasil dan Pembahasan

Tahap perancangan menghasilkan identifikasi alat dan bahan yang akan digunakan dalam pembuatan media pembelajaran berbentuk sensor trainer berbasis Arduino ESP32. Alat dan bahan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. .Alat dan Bahan

Alat	Bahan
1. Laptop	1. Akrilik
2. Solder	2. Arduino ESP 32
3. Obeng plus (+)	3. DC Output
4. Gunting	4. Sensor KY-26
5. Tang Potong	5. Sensor Infrared
6. Tang cucut	6. Sensor MQ 7
7. Stripper	7. Sensor HC-SR04
8. Kabel USB type B	8. Stiker design Trainer
	9. Komponen LCD
	10. Komponen LED
	11. Relay
	12. Port
	13. Baut dan mur
	14. Banana Jack
	15. Kabel Jumper
	16. Lem tembak

Hasil perancangan atau perencanaan untuk *layout trainer* menghasilkan desain tata letak komponen dan tata letak port-port yang digunakan untuk melakukan uji coba *trainer*. Gambar 2 merupakan *layout trainer* sensor yang dibuat menggunakan software *Corel Draw 2021*.



Gambar 2 Layout Trainer Sensor Arduino ESP32

Tata letak trainer yang direncanakan diimplementasikan pada media perangkat keras. Sensor trainer berukuran 23 x 21 cm dan berbentuk balok. Kotak balok terbuat dari bahan akrilik setebal 3 mm. Gambar 3 menunjukkan hasil pembuatan sensor media trainer.



Gambar 3 Trainer Sensor Arduino ESP32

1) Uji Unjuk Kerja

Trainer sensor ini dilengkapi dengan 4 jobsheet, terdiri dari 1 jobsheet untuk pengenalan dasar Trainer sensor, dan 3 jobsheet lainnya untuk mempraktikkan penggunaan sensor yang tersedia di trainer. Hasil pengujian trainer sensor berbasis Arduino ESP32 adalah sebagai berikut:

1. Pengujian Sensor KY-26

Hasil pengujian sensor KY-26 menunjukkan kesesuaian dengan program yang dibuat di software Arduino IDE. Saat pengujian, sensor diberikan rangsangan berupa cahaya atau api. Salah satu output berupa LED (*Light Emitting Diode*) hijau akan menyala jika sensor mendeteksi cahaya atau api, menandakan sensor berfungsi dengan baik.

2. Pengujian Sensor Infrared

Hasil pengujian sensor Infrared sesuai dengan program yang dibuat di software Arduino IDE. Pada saat pengujian, sensor diberikan aksi dengan menutupi sensor menggunakan jari atau benda lainnya. Salah satu output berupa LED hijau akan menyala ketika sensor mendeteksi adanya radiasi inframerah dari benda sekitar.

3. Pengujian Sensor MQ-7

Pengujian sensor MQ-7 juga menunjukkan hasil yang sesuai dengan program di software Arduino IDE. Sensor diberikan aksi dengan gas monoksida, dan LED hijau akan menyala jika sensor mendeteksi keberadaan gas monoksida, menunjukkan sensor bekerja sesuai dengan fungsinya.

4. Pengujian Sensor HC-SR04

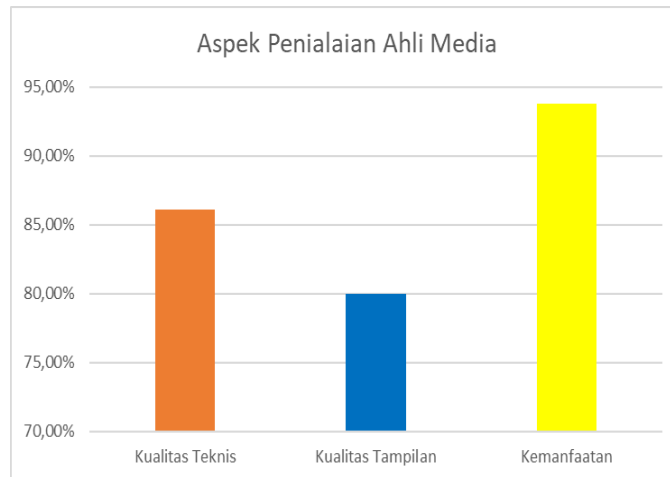
Hasil pengujian sensor HC-SR04 menunjukkan kesesuaian dengan program yang dibuat di software Arduino IDE. Ketika sensor diberikan aksi berupa penghalang atau benda di depan sensor, LED hijau akan menyala, menandakan adanya objek dalam radius jangkauan sensor.

2) Uji Kelayakan

Hasil uji kelayakan media pembelajaran dilakukan melalui dua tahap, yaitu: (a) Uji kelayakan oleh ahli media dan ahli materi, serta (b) Uji kelayakan oleh pengguna/responden, yang melibatkan siswa kelas XI Teknik Otomasi Industri di SMK Negeri 1 Singosari. Hasil uji kelayakan media pembelajaran disajikan pada Tabel 4. Gambar 4 memperlihatkan hasil uji penilaian kelayakan oleh ahli media.

Tabel 4. Hasil Uji Kelayakan Media oleh Ahli Media

No	Aspek Penilaian	Skor Mak.	Skor Ahli	Rata-rata	Persentase
1	Teknis	36	31	3.44	86.11%
2	Tampilan	20	16	3.20	80.00%
3	Kemanfaatan	16	15	3.75	93.75%
	Total	72	62	3.46	86.62%



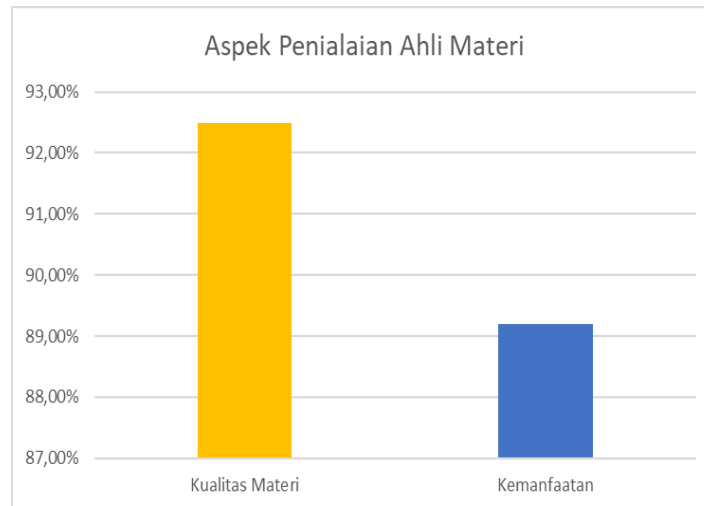
Gambar 4 Hasil Uji Penilaian KelayakanMedia oleh Ahli Media

Berdasarkan Tabel 4, hasil uji kelayakan media yang divalidasi oleh satu orang validator, diperoleh hasil kelayakan media pembelajaran dari aspek kualitas teknis sebesar 86,11%, aspek kualitas tampilan sebesar 80,00%, dan aspek kegunaan sebesar 93,75%. Secara keseluruhan, dari aspek kualitas teknis, tampilan, dan kegunaan yang telah divalidasi oleh ahli media, diperoleh nilai total kelayakan media pembelajaran sebesar 86,62%. Berdasarkan total persentase kelayakan tersebut, disimpulkan bahwa sensor trainer berbasis Arduino ESP32 dinyatakan “Sangat Layak” untuk digunakan sebagai media pembelajaran.

Hasil uji kelayakan materi disajikan pada Tabel 5. Berdasarkan data pada Tabel 5, kelayakan media pembelajaran dari aspek mutu modul memperoleh nilai sebesar 92,5%, dan dari aspek manfaat memperoleh nilai sebesar 89,20%. Secara keseluruhan, dari aspek mutu modul dan manfaat yang telah divalidasi oleh ahli, diperoleh total persentase kelayakan modul media pembelajaran sebesar 90,85%. Berdasarkan persentase kelayakan tersebut, sensor trainer berbasis Arduino ESP32 dinyatakan “Sangat Layak” untuk digunakan sebagai media pembelajaran. Gambar 5 memperlihatkan hasil uji penilaian kelayakan oleh ahli materi.

Tabel 5. Hasil Uji Kelayakan Ahli Materi

No	Aspek Penilaian	Skor Maks.	Skor Ahli	Ratarata	Persentase.
1	Kualitas Materi	40	37	3.70%	92.5%
2	Kemanfaatan	28	25	3.57%	89.2%
	Total	68	62	3.63%	90.85%



Gambar 5 Hasil Uji Kelayakan Ahli Materi

Tabel 6. Hasil Uji Penilaian Kelayakan Pengguna

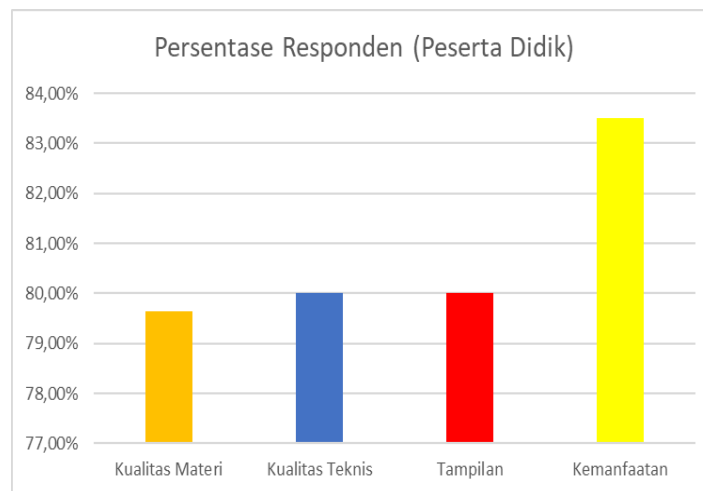
No	Aspek Penilaian	Skor Maks.	Rata-rata	Persentase
1	Kualitas Materi	28	22.30	79.64%
2	Kualitas Teknis	20	16.00	80.00%
3	Tampilan	20	16.00	80.00%
4	Kemanfaatan	20	16.70	83.50%
Total		88	71	80.78%

Hasil uji kelayakan oleh pengguna disajikan pada Tabel 6. Berdasarkan Tabel 6 yang diambil dari 10 responden siswa, media pembelajaran dinilai dari beberapa aspek. Aspek material quality memperoleh nilai sebesar 79,64%, aspek technical quality sebesar 80%, aspek display quality sebesar 80%, dan aspek usefulness sebesar 83,50%. Secara keseluruhan, dari semua aspek yang telah diuji, diperoleh persentase kelayakan sebesar 80,78%. Berdasarkan persentase tersebut, sensor trainer berbasis Arduino ESP32 dinyatakan “Sangat Layak” untuk digunakan sebagai media pembelajaran. Gambar 6 grafik yang menampilkan hasil evaluasi dari setiap aspek.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penerapan penelitian dengan menggunakan metode pengembangan Research and Development mengenai media pembelajaran sensor trainer berbasis Arduino ESP32 yang telah diimplementasikan di kelas XI Teknik Otomasi Industri SMKN 1 Singosari, dapat disimpulkan: (1) sensor trainer berbasis Arduino ESP32 dikembangkan untuk pembelajaran Perangkat Sensor dan Aktuator pada kelas XI Teknik Otomasi Industri SMKN 1 Singosari. Media ini terdiri dari perangkat keras dengan 4 sensor, pengolahan menggunakan Arduino ESP32, serta

3 output yaitu LED, buzzer, dan LCD. Media ini juga dilengkapi dengan Jobsheet sebagai panduan praktikum, yang terdiri dari 4 jobsheet dan (2) kinerja sensor trainer berbasis Arduino ESP32 sebagai media pembelajaran Perangkat Sensor dan Aktuator diuji dengan mengimplementasikan 4 sensor—KY-26, HC-SR07, MQ-7, dan Infrared—dalam jobsheet praktikum. Setiap sensor dipraktikkan dengan output berupa LED, dan hasil pengujian menunjukkan bahwa semua sensor berfungsi sesuai dengan program yang dibuat menggunakan software Arduino IDE. Hal ini menandakan bahwa kinerja tiap sensor berjalan dengan baik.



Gambar 6 Persentase Uji Kelayakan Responen

Media pembelajaran sensor trainer berbasis Arduino ESP32 dikategorikan "Sangat Layak" untuk diterapkan dalam pembelajaran Perangkat Sensor dan Aktuator pada bidang keahlian Teknik Otomasi Industri di SMKN 1 Singosari. Kelayakan ini didasarkan pada tiga uji, yaitu uji kelayakan oleh ahli media, ahli materi, dan pengguna. Rata-rata persentase total yang diperoleh dari uji kelayakan adalah 86,62% oleh ahli media, 90,85% oleh ahli materi, dan 80,78% oleh pengguna.

Daftar Rujukan

- Amin, N.F., Garancang, S. and Abunawas, K. (2017) 'Konsep Umum Populasi dan Sampel dalam Penelitian', *Buku Ajar Statistika Dasar*, 14(1), pp. 15–31. <https://doi.org/10.21070/2017/978-979-3401-73-7>.
- Firmansyah, D. and Dede (2022) 'Teknik Pengambilan Sampel Umum dalam Metodologi', *Jurnal Ilmiah Pendidikan Holistik (JIPH)*, 1(2), pp. 85–114.
- Nur, F. A., & Suprianto, B. (2017). Pengembangan Trainer Kit Sensor Berbasis Arduino sebagai Media Pembelajaran pada Mata Pelajaran Teknik Pemrograman di SMKN 1 Jetis. *Pendidikan Teknik Elektro*, 06(03), 409–415.
- Nurika, M. (n.d.). *Lampiran 1. Lembar Validasi Instrumen 91*. 91– 127.

- Rahim, I., & Magfirah, N. (2023). Pengembangan Trainer Mikrokontroler Sebagai Media Pembelajaran Pada Mata Kuliah Praktik Mikrokontroler di Program Studi Pendidikan Vokasional Mekatronika. *Jurnal Teknik Mesin Sinergi*, 21(1), 163. <https://doi.org/10.31963/sinergi.v21i1.4198>
- Rayanto, Y.H., & Sugiyanti. (2020). *Penelitian Pengembangan Model ADDIE dan R2D2 Teori dan Praktik*.
- Rijali, A. (2019) 'Analisis Data Kualitatif', *Alhadharah: Jurnal Ilmu Dakwah*, 17(33), p. 81. <https://doi.org/10.18592/alhadharah.v17i33.2374>.
- Saputra, M.T.Z.R.N.F.H. and Zuhrie, M.S. (2021) 'Pengembangan Trainer Robot Berkaki Empat Dengan Kontrol Aplikasi Android Berbasis Esp32 Pada Mata Pelajaran Mikroprosesor Dan Mikrokontroler Di Smkn 1 Tambelangan', *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 10(02), pp. 113–122. <https://doi.org/10.26740/jpte.v10n02.p113-122>.
- Sugiyono. (2013). *Teknik Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*. Alfabeta
- Sugiyono. (2015). *Teknik Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*. Alfabeta
- Syaefrudin, N. and Hertanto, D.B. (2016) 'Pengembangan Media Pembelajaran Trainer Kit Sensor dan Aktuator untuk Meningkatkan Hasil Belajar', *Jurnal Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika*, 6(3), pp. 258–267.
- Uni Parwati, 2019 ANALISIS PENGUKURAN MODEL RASCH PADA JOBSHEET TRAINER PROXIMITY SENSOR Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu 15. 15–23.
- Wicaksono, A. H., & Pramono, H. S. (2016). Pengembangan Trainer KIT Sensor sebagai Media Pembelajaran Mata Pelajaran Sensor dan Aktuator di SMK Negeri 2 Pengasih. *Jurnal Pendidikan Teknik Mekatronika*, 6(2), 114–121.
- Yuliasuti, R., & Zakarijah, M. (2023). Trainer Sensor Berbasis Arduino Uno Sebagai Media Pembelajaran Mata Pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika Kelas XI Elektronika Industri SMK Negeri 1 *Journal of Electronics and Education*, 1–11. <https://journal.uny.ac.id/v3/jeed/article/view/51>
- Yusro, M. et al. (2021) 'Pengembangan Trainer Aplikasi Multi-Sensors (TAMS) Berbasis Arduino dan Raspberry Pi', *Risenologi*, 6(1), pp. 77–85. <https://doi.org/10.47028/j.risenologi.2021.61.150>.