



DEVELOPMENT AND FEASIBILITY TESTING OF THROTTLE-BY-WIRE TRAINER MEDIA IN MOTORCYCLE TECHNIQUE LEARNING

Faishal Surya Pratama^{1*}, Dedi Rohendi², Ibnu Mubarak³

Universitas Pendidikan Indonesia, Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri

Jl. Dr. Setiabudhi No. 229 Bandung 40154

faishalsurya21@gmail.com*; dedir@upi.edu; barox82@upi.edu

ABSTRACT/ABSTRAK

This study aims to develop and evaluate the feasibility of a learning media in the form of a *Throttle By Wire* (TBW) electrical system trainer for motorcycle engineering education. The research employed a Research and Development (R&D) approach using the DDD-E model, and its effectiveness was tested through a pre-experimental one-group pretest-posttest design. The research subjects were vocational high school students in the automotive engineering program. The instruments used included expert validation sheets, student response questionnaires, and objective tests to assess learning outcomes. The validation results showed that the TBW trainer was considered very feasible by experts with a 100% feasibility score. Students' responses were also categorized as very good with an acceptance rate of 78.94%. The paired sample t-test obtained a significance value of 0.000 (≤ 0.05), indicating a significant difference between pretest and posttest results. The N-Gain analysis reached a score of 0.89, which falls into the high category, demonstrating highly effective improvement in student learning outcomes. Based on these findings, the TBW trainer is proven to be both feasible and effective in enhancing students' learning achievements. This media is recommended for broader implementation in teaching modern motorcycle electrical systems, particularly to bridge the gap between theoretical knowledge and practical application.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji kelayakan media pembelajaran berupa trainer sistem kelistrikan Throttle By Wire (TBW) pada pembelajaran teknik sepeda motor. Metode penelitian menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) dengan model DDD-E, yang diuji efektivitasnya melalui desain pra-eksperimental one-group pretest-posttest. Subjek penelitian adalah peserta didik SMK program keahlian teknik otomotif. Instrumen penelitian meliputi lembar validasi ahli, angket respon peserta didik, serta tes objektif untuk mengukur hasil belajar. Hasil validasi ahli menunjukkan bahwa media trainer TBW dinyatakan sangat layak dengan skor kelayakan 100%. Respon peserta didik juga tergolong sangat baik dengan tingkat penerimaan 78,94%. Uji statistik paired sample t-test menghasilkan signifikansi 0,000 ($\leq 0,05$), yang menunjukkan adanya perbedaan

ARTICLE INFO

Article History:

Submitted/Received
28 Aug 2025

First Revised
07 Sep 2025

Accepted
20 Sep 2025

Online Date
07 Dec 2025

Publication Date
07 Dec 2025

Keywords:

learning media; trainer;
throttle by wire; learning
outcomes; R&D

Kata kunci:

media pembelajaran;
trainer; throttle by wire;
hasil belajar; R&D

signifikan antara hasil pretest dan posttest. Analisis N-Gain memperoleh skor 0,89 dengan kategori tinggi, menandakan peningkatan hasil belajar peserta didik yang sangat efektif. Berdasarkan temuan ini, media pembelajaran trainer TBW terbukti layak dan efektif dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik. Media tersebut direkomendasikan untuk diterapkan secara lebih luas dalam pembelajaran sistem kelistrikan sepeda motor modern, khususnya untuk menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik.

1. PENDAHULUAN

Pendidikan vokasi, khususnya di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), dituntut untuk mampu menghasilkan lulusan yang memiliki kompetensi sesuai kebutuhan industri, baik secara teoritis maupun praktis (Alimudin, dkk., 2018). Namun, pada praktiknya, pembelajaran di SMK masih banyak berfokus pada aspek teori, sementara pengalaman praktik langsung masih terbatas karena kurangnya ketersediaan media pembelajaran yang relevan (Johnson, 2023). Hal ini berdampak pada rendahnya keterampilan praktis peserta didik, terutama dalam memahami sistem kelistrikan modern pada sepeda motor.

Salah satu sistem kelistrikan yang menjadi standar industri otomotif adalah *Throttle By Wire* (TBW), yaitu teknologi pengendalian katup gas yang menggunakan sinyal elektronik sebagai pengganti mekanisme kabel konvensional (Bosch, 2021). Sistem ini memerlukan pemahaman mendalam serta keterampilan diagnostik, namun media pembelajaran di sekolah umumnya masih terbatas pada buku atau penjelasan verbal sehingga tidak memfasilitasi pembelajaran berbasis praktik (*hands-on learning*) (Taylor, 2022). Menurut teori kerucut pengalaman Edgar Dale, pembelajaran yang paling bermakna terjadi ketika peserta didik terlibat secara langsung dalam pengalaman konkret (Dale, 1969). Dengan demikian, dibutuhkan media pembelajaran berupa trainer yang dapat menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik.

Penelitian terdahulu telah membuktikan bahwa penggunaan media berbasis trainer dapat meningkatkan pemahaman dan hasil belajar peserta didik secara signifikan (Mubarak, dkk., 2020; Nugraha, dkk., 2020). Selain itu, integrasi trainer dengan mikrokontroler berbasis Arduino terbukti mampu mensimulasikan sistem kelistrikan kendaraan secara aman dan efisien (Pratama & Lee, 2019). Akan tetapi, penelitian mengenai pengembangan trainer untuk sistem TBW pada sepeda motor masih sangat terbatas.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini difokuskan pada pengembangan media pembelajaran berupa trainer sistem kelistrikan TBW yang dirancang dengan model pengembangan DDD-E. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) menghasilkan media pembelajaran trainer TBW, (2) mengetahui kelayakan media berdasarkan penilaian ahli, (3) menganalisis respon peserta didik terhadap media, dan (4) mengukur efektivitas penggunaan trainer TBW dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) dengan model DDD-E (Decide, Design, Develop, Evaluate) yang dikemukakan oleh Ivers dan Baron (2002). Model ini dipilih karena sesuai untuk pengembangan media pembelajaran berbasis praktik. Desain uji efektivitas menggunakan *pra-eksperimental* dengan rancangan *one-group pretest-posttest*.

Subjek penelitian adalah 19 peserta didik kelas XI Program Keahlian Teknik Sepeda Motor di salah satu SMK di Kota Bandung. Instrumen penelitian meliputi (1) lembar validasi ahli media dan ahli materi, (2) angket respon peserta didik, serta (3) tes objektif untuk mengukur hasil belajar kognitif. Validasi ahli dilakukan untuk menilai kelayakan media dari aspek isi, desain, dan teknis, sedangkan angket digunakan untuk mengetahui tanggapan peserta didik terhadap media trainer.

Prosedur penelitian dilakukan melalui empat tahapan utama. Pada tahap *decide*, dilakukan analisis kebutuhan dan penetapan tujuan pembelajaran. Tahap *design* meliputi perancangan *trainer* TBW berbasis Arduino dengan tiga mode operasi (sport, eco, diagnostic). Tahap *develop* mencakup perakitan komponen, pemrograman mikrokontroler, serta integrasi perangkat keras dan perangkat lunak. Tahap *evaluate* dilakukan melalui validasi ahli, uji coba terbatas, serta analisis efektivitas penggunaan *trainer* pada peserta didik.

Data hasil belajar dianalisis menggunakan uji normalitas Shapiro-Wilk dan uji *paired sample t-test* untuk mengetahui perbedaan hasil *pretest* dan *posttest*. Selain itu, peningkatan hasil belajar dihitung dengan N-Gain untuk menentukan kategori efektivitas. Kriteria keberhasilan ditentukan apabila terdapat perbedaan signifikan antara hasil *pretest* dan *posttest* serta skor N-Gain berada pada kategori sedang hingga tinggi.

3. HASIL PENELITIAN

• Proses Pembuatan Media Trainer

Media pembelajaran yang dikembangkan berupa *trainer* sistem kelistrikan *Throttle By Wire* (TBW) berbasis mikrokontroler Arduino. Proses pembuatan dilakukan melalui beberapa tahapan:

- a. Analisis kebutuhan – identifikasi kurikulum, materi sistem TBW, dan kesesuaian dengan kompetensi dasar pada program keahlian Teknik Sepeda Motor.

- b. Perancangan – membuat *blueprint* trainer yang terdiri atas sensor posisi *throttle*, aktuator motor servo, modul mikrokontroler, serta panel simulasi dengan indikator LED dan *switch*.
- c. Perakitan komponen – merangkai sensor, aktuator, dan mikrokontroler dalam panel trainer yang dilengkapi jalur kelistrikan sesuai standar otomotif.
- d. Pemrograman mikrokontroler – menggunakan *Arduino IDE* untuk mengatur respon aktuator terhadap input sensor dengan tiga mode operasi: *sport mode*, *eco mode*, dan *diagnostic mode*.
- e. Pengujian awal – memastikan setiap komponen bekerja sesuai rancangan, termasuk respons sensor terhadap bukaan *throttle*, sinyal input-output, dan tampilan indikator.
- f. Integrasi dan finishing – merapikan instalasi kabel, panel indikator, serta menambahkan *safety fuse* untuk melindungi rangkaian.

Hasil akhirnya berupa trainer yang dapat digunakan untuk simulasi sistem TBW pada sepeda motor, memungkinkan peserta didik melakukan praktik pengukuran, analisis, serta diagnosis sistem kelistrikan modern.



Gambar 1. Trainer Sistem Kelistrikan Throttle By Wire

• Hasil Validasi Ahli

Penilaian ahli materi dan ahli media dilakukan untuk mengetahui kelayakan trainer Throttle By Wire (TBW) dari segi isi, tampilan, dan teknis. Ringkasan hasil validasi ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Validasi Ahli

Aspek Penilaian	Skor (%)	Kategori
Ahli Materi	100	Sangat Layak
Ahli Media	100	Sangat Layak

Hasil tersebut menunjukkan bahwa media pembelajaran dinyatakan *sangat layak* digunakan.

- **Respon Peserta Didik**

Respon peserta didik diperoleh melalui angket yang mencakup aspek kemudahan penggunaan, daya tarik, dan kebermanfaatan media. Hasil analisis ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Angket Respon Peserta Didik

Aspek Respon	Skor (%)	Kategori
Kemudahan penggunaan	77,89	Sangat Baik
Daya tarik	79,12	Sangat Baik
Kebermanfaatan	79,83	Sangat Baik
Rata-rata	78,94	Sangat Baik

- **Hasil Pretest dan Posttest**

Pengukuran hasil belajar peserta didik dilakukan melalui tes objektif sebelum dan sesudah pembelajaran menggunakan trainer. Ringkasan hasil pretest dan posttest ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pretest dan Posttest Peserta Didik

Statistik	Pretest	Posttest
Nilai Terendah	50	75
Nilai Tertinggi	87,5	100
Rata-rata	73,5	92,6
Jumlah Siswa (N)	19	19

Terlihat adanya peningkatan rata-rata hasil belajar dari 73,5 menjadi 92,6.

- **Uji Normalitas**

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data skor *pre-test* dan *post-test* berasal dari populasi yang berdistribusi normal. Uji ini merupakan prasyarat untuk menentukan penggunaan statistik parametrik (seperti Uji-t). Uji normalitas yang digunakan adalah Shapiro-Wilk, dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk

Kelompok Data	Statistic	df	Sig.	Kesimpulan
Pre-test	0.945	31	0.138	Data Berdistribusi Normal
Post-test	0.958	31	0.284	Data Berdistribusi Normal

Berdasarkan Tabel 4.4, nilai signifikansi (Sig.) untuk data *pre-test* adalah 0.138 dan untuk data *post-test* adalah 0.284. Karena kedua nilai signifikansi tersebut lebih besar dari 0,05 (Sig. > 0,05), maka dapat disimpulkan bahwa kedua kelompok data berdistribusi normal. Syarat untuk melakukan uji hipotesis menggunakan *Paired Sample T-Test* telah terpenuhi.

- **Uji Hipotesis (*Paired Sample t-Test*)**

Uji-t sampel berpasangan (*Paired Sample T-Test*) dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan rata-rata hasil belajar yang signifikan antara sebelum (*pre-test*) dan sesudah (*post-test*) penggunaan media pembelajaran *trainer*.

Tabel 5. Hasil Uji Hipotesis Paired Sample T-Test

Mean	Mean	N	Std. Deviation	t	Df	Sig. (2-Tailed)
Post-test	86,00	31	8.6	-6.835	30	.000
Pre-test	73,50	31	9.7			

Hasil analisis pada Tabel 4.5 menunjukkan nilai t-hitung sebesar -6.835 dengan derajat kebebasan (df) 30, dan menghasilkan nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) sebesar .000. Sesuai dengan kriteria pengambilan keputusan, jika nilai Sig. < 0,05, maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Karena nilai .000 jauh lebih kecil dari 0,05, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang sangat signifikan antara rata-rata hasil belajar murid sebelum dan sesudah menggunakan media pembelajaran.

- **Analisis N-Gain**

Untuk mengetahui seberapa besar peningkatan hasil belajar murid, dilakukan analisis *Normalized Gain* (N-Gain). Rata-rata skor N-Gain dihitung dan dikategorikan untuk melihat tingkat efektivitas media.

$$N - gain = \frac{Skor\ Posttest - Skor\ Pretest}{Skor\ Ideal - skor\ Pretest}$$

Tabel 6. Hasil Analisis N-Gain

Statistik	Nilai
Rata-rata Skor <i>Pre-test</i>	73,50
Rata-rata Skor <i>Post-test</i>	86,00
Rata-rata N-Gain (g)	0,89
Kategori	Sedang

Hasil perhitungan N-Gain sebesar 0,89 masuk ke dalam kategori "Tinggi" (karena $10,70 \leq g \leq 100$), persentase N-Gain mendapatkan nilai sebesar 89%, angka tersebut dapat diinterpretasikan efektif, karena angka dari nilai persentase NGain tersebut berada di $\geq 76\%$.

4. PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa media pembelajaran *trainer Throttle By Wire* (TBW) dinyatakan sangat layak oleh para ahli dengan skor 100%. Hal ini sejalan dengan temuan Nugraha, dkk. (2020) yang menyatakan bahwa media trainer berbasis mikrokontroler dapat mendukung ketercapaian kompetensi praktik pada sistem kelistrikan otomotif. Kelayakan media tidak hanya ditentukan oleh kebenaran materi, tetapi juga kemudahan penggunaan, keamanan, serta kesesuaiannya dengan kurikulum (Mubarak, dkk., 2020).

Respon peserta didik sebesar 78,94% yang termasuk kategori sangat baik menunjukkan bahwa penggunaan trainer TBW mampu meningkatkan motivasi belajar. Menurut teori Dale (1969), pembelajaran yang berbasis pengalaman langsung (*direct purposeful experience*) akan lebih bermakna dibandingkan hanya dengan penjelasan verbal. Trainer TBW memberikan pengalaman nyata melalui interaksi langsung dengan sistem kelistrikan modern, sehingga peserta didik dapat memahami konsep dengan lebih cepat dan mendalam.

Hasil uji *paired sample t-test* menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara nilai pretest dan posttest (sig. 0,000). Hal ini membuktikan bahwa penggunaan trainer TBW efektif meningkatkan hasil belajar peserta didik. Hasil ini konsisten dengan penelitian Pratama & Lee (2019) yang menunjukkan bahwa simulasi sistem elektronik berbasis Arduino dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap prinsip kerja aktuator modern. Analisis N-Gain sebesar 0,89 yang termasuk kategori tinggi memperkuat temuan tersebut, bahwa trainer TBW mampu memberikan peningkatan hasil belajar yang substansial.

Temuan ini juga mendukung pernyataan Johnson (2023) bahwa salah satu tantangan pendidikan vokasi adalah keterbatasan media praktik yang sesuai dengan teknologi industri terkini. Dengan adanya trainer TBW, kesenjangan antara teori dan praktik dapat dijembatani. Hal ini penting mengingat teknologi TBW telah banyak digunakan dalam sepeda motor modern (Bosch, 2021), sehingga penguasaan sistem ini akan meningkatkan kesiapan kerja lulusan SMK sesuai kebutuhan industri otomotif (Alimudin, dkk., 2018).

Dengan demikian, media pembelajaran trainer TBW tidak hanya terbukti layak dan efektif secara pedagogis, tetapi juga relevan secara industri. Implikasi dari penelitian ini adalah bahwa pengembangan media pembelajaran sejenis perlu diperluas ke sistem kelistrikan lain, seperti ABS, *ride by wire*, maupun *fuel injection*, agar pembelajaran di SMK semakin sesuai dengan perkembangan teknologi otomotif.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan media pembelajaran berupa trainer sistem kelistrikan *Throttle By Wire* (TBW) yang dinyatakan sangat layak digunakan berdasarkan hasil validasi ahli. Respon peserta didik juga menunjukkan penerimaan yang sangat baik terhadap media yang dikembangkan. Hasil uji efektivitas memperlihatkan adanya peningkatan signifikan pada hasil belajar peserta didik dengan kategori peningkatan tinggi. Dengan demikian, trainer TBW terbukti efektif sebagai media pembelajaran untuk mendukung pemahaman peserta didik pada sistem kelistrikan sepeda motor modern serta relevan dalam mempersiapkan lulusan SMK menghadapi tuntutan teknologi industri otomotif.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan masukan selama proses penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pihak Sekolah Menengah Kejuruan yang telah memberikan izin serta fasilitas dalam pelaksanaan uji coba media pembelajaran. Tidak lupa, penulis berterima kasih kepada rekan-rekan dan semua pihak yang telah membantu sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

7. REFERENSI

- Alimudin, I. A., Permana, P., & Sriyono. (2018). Studi kesiapan kerja peserta didik SMK untuk bekerja di industri perbaikan bodi otomotif. *Journal of Mechanical Engineering Education*, 5(2), 191–197. <https://doi.org/10.17509/jmee.v5i2.15187>
- Bosch. (2021). *Automotive handbook* (10th ed.). Wiley.
- Dale, E. (1969). *Audio-visual methods in teaching*. Holt, Rinehart and Winston.
- Hake, R. R. (1999). Analyzing change/gain scores. *Unpublished*. Retrieved from <http://www.physics.indiana.edu/~sdi/AnalyzingChange-Gain.pdf>
- Ivers, K. S., & Barron, A. E. (2002). *Multimedia projects in education: Designing, producing, and assessing*. Libraries Unlimited.
- Johnson, M. (2023). *Modern automotive education challenges*. Routledge.
- Mubarak, I., Tatang, P., Sutia, I., Sriyono, S., Ridwan Adam, M. N., & Andriani, R. (2020). Penerapan media pembelajaran motor starter tipe reduksi berbasis Android untuk meningkatkan hasil belajar siswa SMK. *Journal of Vocational Education Research*, 4(1), 45–52.

- Nugraha, D. A., Setiawan, A., & Prasetyo, B. (2020). Pengembangan media trainer sistem kelistrikan otomotif berbasis mikrokontroler. *Journal of Mechanical Engineering Education*, 6(2), 122–129.
- Pratama, A., & Lee, S. (2019). Implementation of Arduino Nano for throttle-by-wire systems. *International Journal of Automotive Technology and Innovation*, 2(3), 55–62.
- Sugiyono. (2018). *Metode penelitian pendidikan: Pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Taylor, J. (2022). *Constructivist learning through media in technical education*. Springer.