



## **ANALISIS MEDIA SISTEM KERJA SENSOR MEDIA TRAINER BLDC KENDARAAN LISTRIK**

**<sup>1</sup>Muhammad Yahya, <sup>2</sup>Zulhaji, <sup>3</sup>Darmawan**

<sup>1</sup>Universitas Negeri Makassar

<sup>2</sup>Universitas Negeri Makassar

<sup>3</sup>Universitas Negeri Makassar

Email: \*m.yahya@unm.ac.id<sup>1</sup>, Zulhaji@unm.ac.id<sup>2</sup>, darmawang@unm.ac.id<sup>3</sup>.

### **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis proses pelaksanaan pembelajaran otomotif khususnya pada perkembangan motor bldc saat ini dan untuk mengetahui tahapan pengembangan media sistem kerja hall sensor sebagai media pembelajaran di Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar dan menghasilkan media trainer robotika yang valid, praktis, dan efektif. Metode penelitian ini menggunakan Riset and Development (R&D) dengan model 4D. Model 4D adalah sebuah pendekatan penelitian yang mengacu pada empat dimensi, yaitu Define (Mendefinisikan) dimana peneliti menganalisis kebutuhan pentingnya dilakukannya pengembangan, Design (Merancang) peneliti melakukan perancangan media sistem kerja hall sensor beserta perangkat-perangkat yang berkaitan dengan media, Develop (Mengembangkan) peneliti memastikan produk yang dikembangkan layak untuk dipergunakan atau di uji cobakan di lapangan yang didasarkan oleh penilaian para ahli, dan Deploy (Menerapkan) peneliti mengimplementasikan produk yang telah dirancang dan telah layak ke peserta didik untuk dapat memperoleh data kepraktisan dan keefektifan penggunaan media. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa media sistem kerja hall sensor yang dikembangkan pada aspek media dan materi berada pada kategori sangat valid untuk dipergunakan. Implementasi media trainer mendapat respon peserta didik yang berada pada kategori sangat praktis dalam penggunaannya dan hasil nilai tes peserta didik setelah implementasi mengalami peningkatan berada pada kategori tinggi. Kesimpulan data tersebut menyatakan bahwa media sistem kerja hall sensor yang telah dikembangkan dinyatakan valid/layak untuk digunakan serta praktis dan efektif dalam penggunaannya.

**Kata Kunci: Sensor, Media Pembelajaran, Elektronika Otomotif**

*This research aims to analyze the implementation process of automotive learning, specifically on the development of BLDC motors, and to determine the stages of developing a hall sensor work system media as a learning media in the Department of Automotive Engineering Education, Faculty of Engineering, Universitas Negeri Makassar, and produce a valid, practical, and effective robotics trainer media. This research method uses Research and Development (R&D) with the 4D model. The 4D model is a research approach that refers to four dimensions, namely Define (Defining), where researchers analyze the necessity of development, Design (Designing), where researchers design the hall sensor work system media along with related devices, Develop (Developing), where researchers ensure that the developed product is suitable for use or field testing based on expert assessment, and Deploy (Implementing), where researchers implement the designed and deemed suitable product to learners to obtain data on the practicality and effectiveness of media usage. The results of this research show that the developed hall sensor work system media in terms of media and material aspects are categorized as highly valid. The implementation of the trainer media received positive responses from learners in terms of practicality, and the post-implementation test scores of learners showed improvement and were categorized as high. Based on these findings, it can be concluded that the developed hall sensor work system media is valid, practical, and effective for use in automotive learning.*

**Keywords: Learning Analysis, Industry 4.0, Automotive Electricity**



## 1. PENDAHULUAN

Revolusi industri otomotif dalam era industri 4.0 dimana perkembangan teknologi kelistrikan otomotif semakin berkembang pesat. Teknologi ini menawarkan efisiensi energi dan ramah lingkungan yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan mobilitas manusia [1]. Pembelajaran kelistrikan pada industri otomotif di era saat ini harus mengintegrasikan teknologi terbaru dan efisiensi energi untuk menghasilkan kendaraan masa depan yang lebih canggih dan berkelanjutan [2]. Salah satu aspek yang harus diperhatikan dalam pembelajaran kelistrikan otomotif di era industri 4.0 adalah kemampuan peserta didik untuk menggunakan perangkat lunak dan perangkat keras yang terkait dengan teknologi kelistrikan otomotif. Peserta didik harus dilatih untuk menggunakan software pemrograman kendaraan seperti AutoCAD, SolidWorks, dan software lainnya [3]. Selain itu, peserta didik juga harus dilatih untuk menggunakan alat-alat diagnosa dan pemrograman modern seperti scanner otomotif, oscilloscope, dan alat-alat lainnya.

Pembelajaran sensor hall pada peserta didik otomotif adalah berkembangnya teknologi kendaraan listrik dalam beberapa tahun terakhir. Kendaraan listrik semakin menjadi tren di industri otomotif, dan pemahaman mengenai teknologi sensor dalam sistem kendaraan listrik menjadi penting bagi para peserta didik otomotif yang akan bekerja di industri otomotif di masa depan. Sensor Hall merupakan salah satu jenis sensor yang digunakan secara luas dalam kendaraan listrik untuk mendeteksi posisi dan pergerakan komponen yang berputar, seperti motor listrik dan roda gigi. Sensor hall juga digunakan dalam sistem kontrol motor kendaraan listrik, termasuk dalam pengaturan kecepatan, torsi, dan arah gerak. Penting bagi peserta didik otomotif untuk memahami konsep dasar, prinsip kerja, serta aplikasi sensor hall dalam kendaraan listrik, sebagai bagian dari persiapan mereka untuk bekerja di industri otomotif yang terus berkembang. Oleh karena itu, artikel pembelajaran sensor hall pada peserta didik otomotif menjadi relevan untuk membahas pendekatan, metode, dan aplikasi yang efektif dalam mengajarkan materi ini kepada peserta didik otomotif. Sensor hall dikategorikan sebuah jenis sensor elektronik yang menggunakan efek hall untuk mendeteksi medan magnet. Efek hall adalah fenomena fisika di mana medan magnet yang diterapkan pada suatu bahan konduktif akan menghasilkan perubahan tegangan pada bahan tersebut, yang tegangan tersebut tegangan hall. Sensor hall menggunakan prinsip ini untuk mengukur atau mendeteksi keberadaan, arah, dan intensitas medan magnet.

Sensor hall umumnya terdiri dari bahan semikonduktor yang ditempatkan di dalam suatu paket sensor. Ketika medan magnet diterapkan pada sensor hall, elektron dalam bahan semikonduktor akan mengalami defleksi akibat efek Hall dan menghasilkan perubahan tegangan yang dapat diukur. Sensor hall dapat mendeteksi medan magnet dalam berbagai aplikasi, seperti dalam pengukuran arus listrik, deteksi posisi, deteksi keberadaan objek logam, pengaturan kecepatan motor, dan banyak lagi. Sensor hall sering digunakan dalam aplikasi otomotif, elektronik, industri, dan peralatan rumah tangga. Salah satu contoh penerapannya adalah dalam kendaraan listrik atau hibrida, di mana sensor Hall dapat digunakan untuk mendeteksi arus pada motor penggerak, mengukur kecepatan putaran roda, atau mengontrol posisi katup dalam sistem rem regeneratif. Sensor hall juga sering digunakan dalam motor BLDC, seperti yang disebutkan sebelumnya, untuk mendeteksi posisi rotor dan mengatur pengendalian motor. Keuntungan penggunaan sensor hall antara lain ukurannya yang kecil, tidak kontak fisik, sensitivitas yang tinggi terhadap medan magnet, dan dapat bekerja dalam lingkungan yang kasar. Namun, sensor hall juga memiliki batasan, seperti resolusi yang terbatas dan sensitivitas terhadap suhu. Pemilihan sensor hall yang tepat harus memperhatikan kebutuhan aplikasi spesifik dan karakteristik sensor yang sesuai.

Berdasarkan latar belakang diatas penelitian pengembangan media sistem kerja hall sensor pada motor kendaraan listrik bldc pada tempat peneliti melaksanakan pembelajaran dimana pembelajaran dituntut harus mengintegrasikan teknologi terbaru dan efisiensi energi untuk menghasilkan kendaraan masa depan yang lebih canggih dan berkelanjutan. Peserta didik harus dilatih untuk menggunakan perangkat lunak dan perangkat keras terkait kelistrikan otomotif, dan mengembangkan teknologi kelistrikan otomotif yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah jenis penelitian Riset and Development (R&D) dengan menggunakan model 4D. Metode penelitian 4D adalah sebuah pendekatan penelitian yang mengacu pada empat dimensi, yaitu *Define* (Mendefinisikan), *Design* (Merancang), *Develop* (Mengembangkan), dan *Deploy* (Menerapkan). Metode ini sering digunakan dalam konteks pengembangan dan implementasi teknologi, khususnya dalam bidang sistem informasi atau teknologi informasi. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini melalui observasi, wawancara, dan angket kuisioner [14]. Penelitian dilakukan di Jurusan Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar dengan melibatkan 60 peserta didik yang telah memprogramkan mata kuliah kelistrikan otomotif dan seorang dosen mata kuliah tersebut sebagai subjek penelitian dan kelompok uji coba penelitian. Proses penelitian terdiri dari beberapa tahapan, yakni: 1) *define* (mendefinisikan): dimensi ini fokus pada identifikasi dan pengumpulan informasi awal mengenai masalah atau kebutuhan yang ingin diselesaikan, serta merumuskan tujuan dan sasaran penelitian. Langkah ini melibatkan analisis awal, pengumpulan data, dan identifikasi permasalahan yang ingin diteliti pada media pembelajaran sistem kerja hall sensor motor bldc. 2) *design* (merancang): setelah masalah atau kebutuhan didefinisikan, langkah selanjutnya adalah merancang solusi atau konsep yang akan dikembangkan. Pada dimensi ini, peneliti merancang konsep atau desain solusi yang diinginkan, termasuk spesifikasi teknis, fitur, dan arsitektur sistem yang akan dikembangkan pada media pembelajaran sistem kerja hall sensor motor bldc. 3) *develop* (mengembangkan): setelah merancang konsep solusi, langkah selanjutnya adalah mengembangkan sistem atau teknologi tersebut. Dimensi ini melibatkan implementasi, pengujian, dan pengembangan prototipe atau model sistem yang telah dirancang sebelumnya pada media pembelajaran sistem kerja hall sensor motor bldc. 4) *deploy* (menerapkan): setelah sistem atau teknologi dikembangkan dan diuji, langkah terakhir adalah menerapkannya dalam lingkungan yang relevan. Dimensi ini melibatkan implementasi sistem atau teknologi ke dalam lingkungan nyata, melakukan evaluasi dan pengukuran performa sistem, serta melakukan penyesuaian dan perbaikan jika diperlukan pada media pembelajaran sistem kerja hall sensor motor bldc.

**Tabel 1.** Instrument Penelitian

No.	Aspek Penilaian	Indikator	Butir
1	Penyajian media	Relevansi media	1, 2, 3, 4
		Bahasa dalam penyampaian media	5, 6, 7, 8, 9
		Pengukuran Mudah dipahami	10, 11
	Media/ Tampilan	Tampilan Box	1, 2,
		Teks Petunjuk Penggunaan	3, 4
		Gambar dan Ilustrasi Media	5, 6, 7, 8, 9
	Manfaat	Penyajian Media	10, 11, 12
		Kegiatan belajar mengajar	1, 2, 3, 4
		Ketertarikan pada Media	5, 6

**Tabel 2.** Lembar Validasi

No	Lembar Validasi
1	a. Petunjuk penilaian media ajar dinyatakan dengan jelas
	b. Kriteria dinyatakan dengan jelas
2	a. Indikator dinyatakan dengan jelas
	b. Butir pernyataan sesuai indikator
3	a. Menggunakan bahasa Indonesia baku
	b. Bahasa yang digunakan mudah dipahami
	c. Bahasa tidak bermakna ganda

Rumus data per item

$$P = \frac{X}{X_1} \times 100\%$$



Keterangan:

$P$  = persentase

$X$  = jawaban responden dalam 1 item

$X_1$  = jumlah skor ideal dalam 1 item

100% = konstanta

Rumus untuk mengolah data secara keseluruhan item

$$P = \frac{\sum X}{\sum X_1} \times 100\%$$

Keterangan:

$P$  = Persentase

$\sum x$  = Jumlah keseluruhan jawaban responden

$\sum x_1$  = Jumlah keseluruhan nilai ideal dalam satu item

100% = konstanta

Untuk menentukan kriteria dilakukan dengan cara di bawah ini:

**Tabel 3.** Kriteria Penilaian

Kategori	Skor Persentase (%)	Interprestasi	Ekuivalen
A (4)	80% - 100%	Sangat Baik	Layak
B (3)	60% - 79%	Baik	Cukup layak
C (2)	50% - 59%	Cukup Baik	Kurang layak
D (1)	0% - 49%	Kurang Baik	Tidak layak

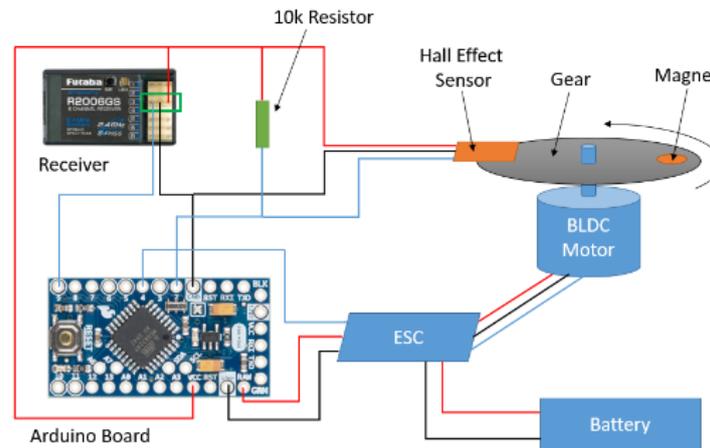
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. *Define* (Mendefinisikan)

Berdasarkan hasil angket, observasi dan wawancara dengan peserta didik dan dosen penanggung jawab matakuliah kelistrikan otomotif, masih minim media yang bisa diajarkan ke peserta didik terkait pengetahuan penggunaan sensor pada motor/dinamo kendaraan listrik saat ini ini sehingga peneliti mendapatkan informasi untuk mengembangkan sebuah media sistem kerja hall sensor pada motor bldc, dimana motor bldc ini merupakan jenis motor yang sering digunakan untuk kendaraan listrik. Media ini akan dibuat berdasarkan dengan perkembangan dunia pendidikan dan kemampuan peserta didik dalam memahami teknologi elektronika otomotif saat ini. Media ajar harus disajikan secara menarik agar peserta didik lebih bersemangat dalam belajar dan mampu memahami materi yang diberikan. Salah satu solusi untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan menggunakan media pembelajaran berupa media yang dikemas dalam satu sistem digital yang saling terintegrasi dalam bentuk perangkat keras yang dapat membantu peserta didik dalam memahami dan mengembangkan ide pada kinerja motor bldc pada penggunaan kendaraan listrik. praktikum diharapkan sebagai pembelajaran yang dapat dikuasai oleh peserta didik setelah menyelesaikan kegiatan pembelajaran praktikum di tengah perkembangan teknologi elektronika otomotif.

#### 2. *Design* (Merancang)

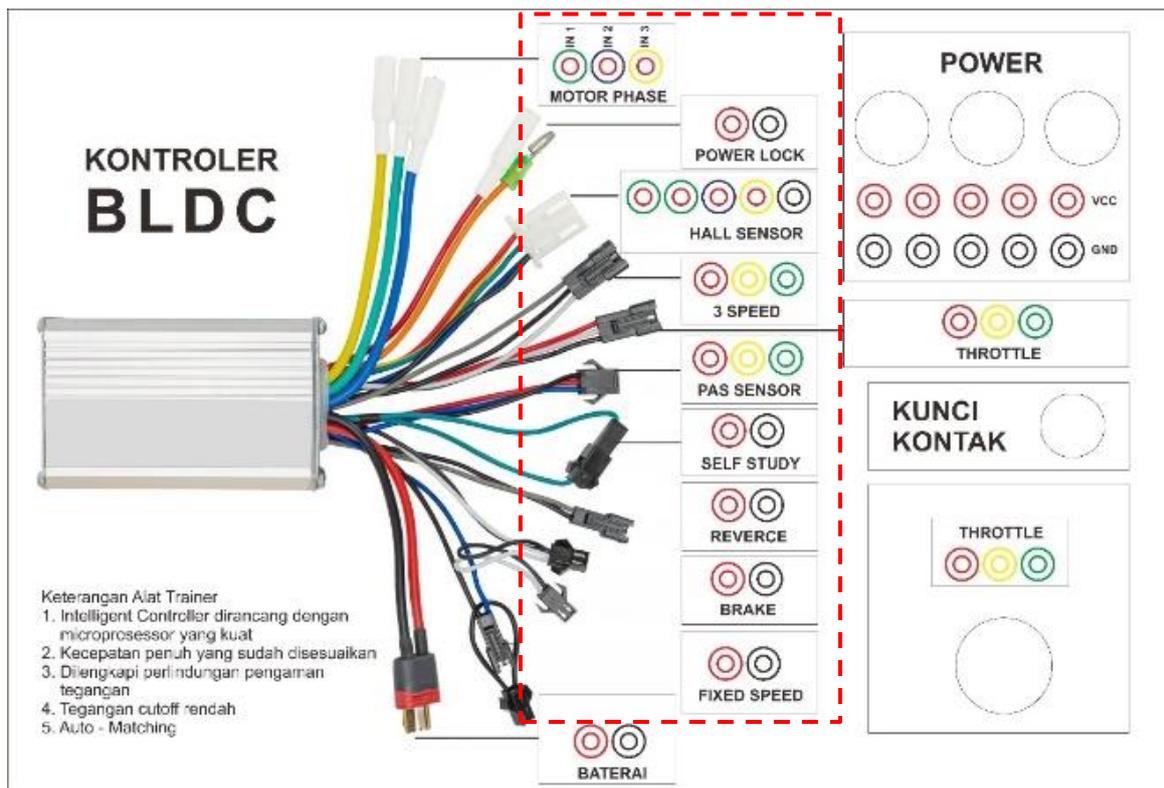
Proses perencanaan melibatkan pembuatan desain media pembelajaran sistem kerja hall sensor berdasarkan materi yang digunakan dalam pembelajaran dan hasil observasi awal yang telah dilakukan pada jurusan Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik UNM. Hasil dari tahap perancangan ini mencakup rangkaian elektronik, box media, program pendukung, modul pembelajaran, dan jobsheet sistem kerja hall sensor. Tahap pengembangan melibatkan pembuatan media pembelajaran sistem kerja hall sensor berdasarkan desain yang telah dibuat, yang terdiri dari dua tahapan, yaitu pembuatan media pembelajaran berdasarkan desain yang telah dibuat dan pengembangan pemrograman media yang disesuaikan dengan kemampuan peserta didik berdasarkan observasi awal, serta kriteria dan indikator kompetensi pembelajaran yang akan diajarkan. Berikut adalah hasil dari pembuatan perancangan perangkat media pembelajaran sistem kerja hall sensor.



Gambar 1. Rancangan Media Pembelajaran

### 3. Develop (Mengembangkan)

Proses pengembangan media pembelajaran sistem kerja hall sensor, peneliti melakukan pengkajian materi dengan mengumpulkan referensi dan jalur rangkaian yang relevan. Referensi yang digunakan mencakup buku referensi dan artikel ilmiah. Peneliti melanjutkan ke tahap pengembangan dengan berdiskusi dan berkonsultasi dengan dosen pengampuh matakuliah. Penilaian media dilakukan dengan melibatkan validator ahli dibidang media pembelajaran sistem kerja hall sensor.

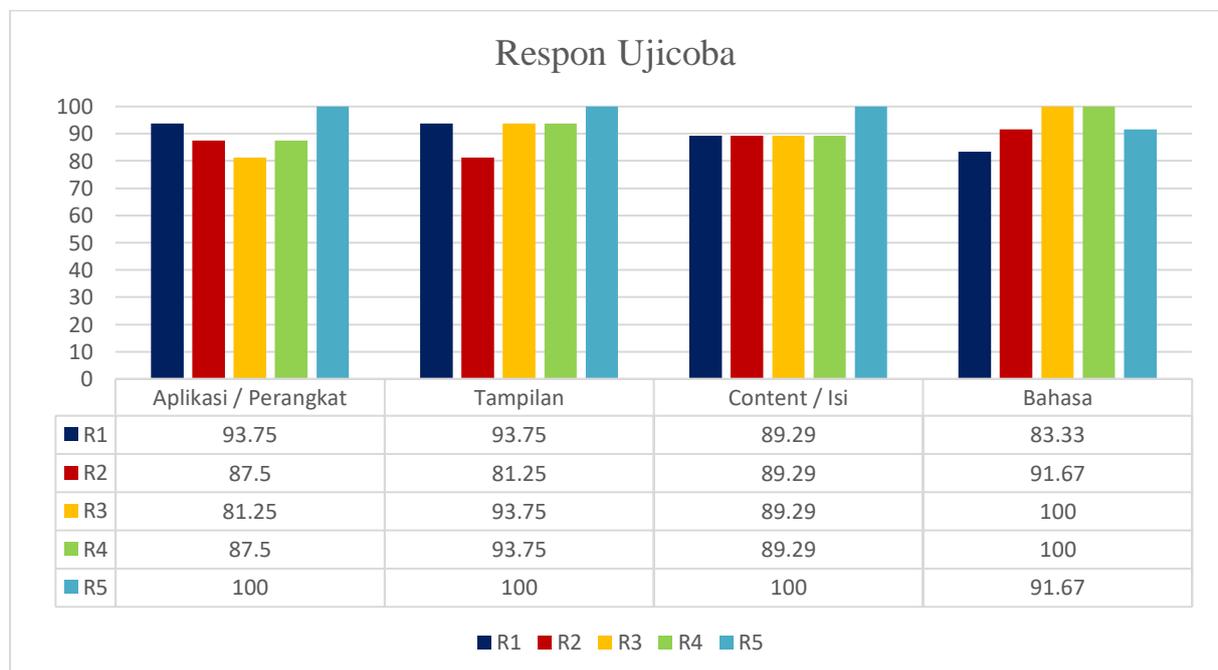


Gambar 2. Skematik Rangkaian Media



Gambar 3. Media Sistem Kerja Motor BLDC

Hasil validasi angket sebelum peneliti melakukan pengambilan data melalui ujicoba kelompok mulai dari *one to one*, kelompok kecil dan uji lapangan, skor total untuk validator ahli pertama adalah nilai 11 dari 12 (persentase 91,67%) dan telah masuk dalam kategori sangat valid. Validator kedua memberikan skor total nilai 12 dari 12 (persentase 100%) dan telah masuk dalam kategori sangat valid. Rata-rata skor kedua validator adalah 11,5 dari 12 (persentase 95,83%) dan dapat disimpulkan bahwa petunjuk pengisian angket dinyatakan oleh kedua validator sangat valid.



#### 4. Deploy (Menerapkan)

Penerapan hasil pengembangan dilakukan dalam pembelajaran untuk mengevaluasi efektivitas, kemenarikan, dan efisiensi pengembangan media pembelajaran yang telah dilakukan. Namun, dalam penelitian ini, tahap implementasi tidak dilakukan sepenuhnya karena penelitian hanya mencapai tahap evaluasi formatif, yaitu melakukan perbaikan pada produk pengembangan.

Rumus Persentasi validasi ahli, yaitu

$$P = \frac{\sum X}{\sum X_1} \times 100\%$$

$$P = \frac{143}{156} \times 100\%$$

$$P = 91.66\%$$

Berdasarkan hasil penilaian ahli materi yang tertera terdapat 3 aspek penilaian yaitu aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian, dan kelayakan bahasa. Penilaian ahli materi pada aspek kelayakan isi setiap pernyataan mendapat skor 3 dan 4 yang menandakan kelayakan isi media sistem kerja hall sensor tersebut dinilai dalam kategori baik. Penilaian pada aspek kelayakan penyajian pernyataan mendapatkan skor 4 dan 3 yang menandakan aspek penyajian media sistem kerja hall sensor tersebut dinilai dalam kategori baik. Penilaian pada aspek kelayakan bahasa, setiap pernyataan mendapatkan skor 3 dan 4 yang menandakan kelayakan isi media sistem kerja hall sensor tersebut dinilai dalam kategori baik. Dari ketiga penilaian aspek tersebut diperoleh perhitungan sebesar 91.66%, menandakan bahwa tingkat keberhasilan dalam kategori sangat baik.

Berdasarkan hasil ujicoba yang diperoleh skor tertinggi pada pretest adalah 66,67 dengan rata-rata skor peserta didik adalah 47,01, dan pada posttest diperoleh skor tertinggi adalah 96,6 dengan rata-rata skor peserta didik adalah 79,82. Dari data tersebut maka nilai N-Gain dapat dihitung seperti berikut.

$$N - Gain = \frac{\text{Nilai Posttest} - \text{Nilai Pretest}}{\text{Nilai Maksimal} - \text{Nilai Pretest}}$$

$$N - Gain = \frac{87,1 - 43,8}{100,0 - 43,8} = 0,77$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut diperoleh nilai N-Gain sebesar 0,77 atau dalam kategori tinggi, sehingga dapat disimpulkan bahwa media sistem kerja hall sensor pada motor BLDC telah efektif dalam penggunaannya.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Pengembangan media sistem kerja hall sensor dikembangkan menggunakan 4 tahapan dengan menggunakan jenis penelitian *Riset and Development* (R&D) dengan model 4D. Metode penelitian 4D adalah sebuah pendekatan penelitian yang mengacu pada empat dimensi, yaitu *Define* (Mendefinisikan) dimana peneliti menganalisis kebutuhan pentingnya dilakukannya pengembangan, *Design* (Merancang) peneliti melakukan perancangan media sistem kerja hall sensor beserta perangkat-perangkat yang berkaitan dengan media, *Develop* (Mengembangkan) peneliti memastikan produk yang dikembangkan layak untuk dipergunakan atau di uji cobakan di lapangan yang didasarkan oleh penilaian para ahli, dan *Deploy* (Menerapkan) peneliti mengimplementasikan produk yang telah dirancang dan telah layak ke peserta didik untuk dapat memperoleh data kepraktisan dan keefektifan penggunaan media.
2. Produk media sistem kerja hall sensor telah dinyatakan valid atau layak untuk digunakan dibuktikan oleh penilaian dua orang ahli dengan hasil persentase kelayakan 93,13% untuk kelayakan media dan 93,41% untuk kelayakan materi. Produk media sistem kerja hall sensor telah dinyatakan praktis dalam penggunaannya dibuktikan dengan data penilaian oleh peserta didik yang sangat tinggi dari 3 kali uji coba dengan hasil



persentase kepraktisan uji one to one sebesar 88,49%, kelompok kecil 91,82%, dan terakhir di kelompok besar memperoleh persentase 92,71% .

3. Produk media sistem kerja hall sensor telah dinyatakan efektif dibuktikan dengan hasil belajar yang meningkat dari rata-rata skor sebelum penggunaan (pretest) sebesar 43,8 menjadi rata-rata skor setelah penggunaan yaitu 87,1 dengan N-Gain sebesar 0,77 atau dalam kategori tinggi.

## REFERENSI

1. M. Yahya, A. Muadz, A. Z. Yusuf, and B. Rauf, "Analysis of industrial needs for job seekers," in *International Conference on Education, Science and Technology*, 2020, pp. 50–56.
2. M. Yahya, "Analisis wawasan kejuruan peserta didik jurusan pendidikan teknik otomotif Universitas Negeri Makassar," *J. MEKOM (Media Komun. Pendidik. Kejuruan)*, vol. 2, no. 1, 2015.
3. H. Subakti *et al.*, *Esensi Pembelajaran Pendidikan Era Revolusi Industri 4.0 dan Society 5.0*. Yayasan Kita Menulis, 2022.
4. M. Yahya, A. Arfandi, and F. A. Darmawang, "The Industrial Electronics Learning Model Needs Analysis Based on Industrial Teaching at Vocational School," in *International Conference on Social, Economics, Business, and Education (ICSEBE 2021)*, 2022, pp. 130–137.
5. F. Eliza, H. Hastuti, D. E. Myori, and D. T. P. Yanto, "Peningkatan Kompetensi Guru Sekolah Menengah Kejuruan Melalui Pelatihan Software Engineering," *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. 5, no. 1, pp. 37–45, 2019.
6. A. L. Setyabudhi, "Task Analysis Dalam Kompetensi Perawatan Kendaraan Secara Berkala Di Dunia Industri Otomotif BATAM," *Tech. Vocat. Educ. Int. J.*, vol. 1, no. 01, pp. 1–10, 2021.
7. F. Hamzah, M. Awaluddin, M. L. Siraj, and H. A. Dos Santos, "The Effect of Individual Characteristics on the Performance of Primary School Teachers in Bone District, Bone Regency of South Sulawesi, Indonesia," *GNOSI An Interdiscip. J. Hum. Theory Prax.*, vol. 3, no. 3, pp. 49–66, 2020.
8. H. Wijoyo, *Manajemen Pembiayaan Pendidikan*. Insan Cendekia Mandiri, 2021.
9. P. Priambudi, F. N. Mahmudah, and E. Susatya, "Pengelolaan kelas industri di sekolah menengah kejuruan," *J. Pendidik. Teknol. Kejuru.*, vol. 3, no. 2, pp. 87–97, 2020.
10. K. Krismadinata, A. Anwar, and J. Akbar, "Pengembangan Training Kit kendali elektronik pada mata pelajaran mengoperasikan sistem kendali elektronik," *J. Pendidik. Teknol. dan Kejuru.*, vol. 18, no. 1, pp. 89–98, 2021.
11. D. Mikelsten, *Otomasi dan Teknologi Berkembang*, vol. 3. Cambridge Stanford Books.
12. A. Suprayitno, *Menyusun PTK era 4.0*. Deepublish, 2020.
13. Y. Efendi, A. Budiman, W. Suyanto, and A. Fatah, "Kurikulum Pendidikan Teknik Otomotif FT UNY Yang Memenuhi Kebutuhan Kompetensi Guru SMK dan Industri," *Auto Tech J. Pendidik. Tek. Otomotif Univ. Muhammadiyah Purworejo*, vol. 16, no. 2, pp. 71–85, 2021.
14. A. M. Yusuf, *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif & penelitian gabungan*. Prenada Media, 2016.
15. W. Wahyudi, H. Jaya, and E. Sabara, "Evaluation of the Practicality and Effectiveness of Microcontroller-Based Robotics Trainers as Learning Media," *Int. J. Environ. Eng. Educ.*, vol. 3, no. 1, pp. 25–31, 2021.
16. M. Nababan and A. Nuraeni, "Pengembangan model penilaian kualitas terjemahan," 2012.
17. H. B. Uno, *Perencanaan pembelajaran*. Bumi Aksara, 2023