

## PENGEMBANGAN *TRAINING KIT ENGINE MANAGEMENT SYSTEM* TOYOTA AVANZA K3-VE UNTUK PRAKTIKUM OTOMOTIF

Nurcholish Arifin Handoyono<sup>1\*</sup>; Rabiman<sup>2</sup>

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa Yogyakarta

\*Corresponding Author: arifin@ustjogja.ac.id

### **Abstract**

*The research aims to determine: (1) The process of developing the Toyota Avanza K3-VE engine management system training kit; (2) Feasibility of the developed Toyota Avanza K3-VE engine management system training kit; and (3) The effectiveness of the developed Toyota Avanza K3-VE engine management system training kit. The type of research used is development research using a 4-D model. The research subjects consisted of 20 students, while the research object was the Toyota Avanza K3-VE engine management system training kit. Data collection uses observation, questionnaires and tests. Data were analyzed descriptively qualitatively, quantitatively, and inferentially using gain test statistics. The research results show that: (1) The process of developing the Toyota Avanza K3-VE engine management system training kit with the 4-D model includes 4 stages, namely define, design, develop and disseminate; (2) The feasibility test of the Toyota Avanza K3-VE engine management system training kit obtained very good results with details of the average results from media experts at 88.75%, from material experts at 92.50%, from lecturers at 92.50 %, from small group trials 86%, and from large group trials 87.75%; and (3) The effectiveness test results show that the Toyota Avanza K3-VE engine management system training kit developed is effective for use in lectures with an N-gain result of 0.62.*

**Key Words:** *Training kit, Engine manajement system, Toyota Avanza*

### **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: (1) Proses pengembangan *training kit engine management system* Toyota Avanza K3-VE; (2) Kelayakan *training kit engine management system* Toyota Avanza K3-VE yang dikembangkan; dan (3) Keefetifan *training kit engine management system* Toyota Avanza K3-VE yang dikembangkan. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian pengembangan dengan menggunakan model 4-D. Subjek penelitian terdiri dari 20 mahasiswa, sedangkan objek penelitian adalah *training kit engine management system* Toyota Avanza K3-VE. Pengumpulan data menggunakan observasi, angket, dan tes. Data dianalisis secara deskriptif kualitatif, kuantitatif, dan statistik inferensial uji gain. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) Proses pengembangan *training kit engine management system* Toyota Avanza K3-VE dengan model 4-D meliputi 4 tahap yaitu *define, design, develop, dan disseminate*; (2) Uji kelayakan *training kit engine management system* Toyota Avanza K3-VE mendapatkan hasil sangat baik dengan rincian hasil rata-rata dari ahli media sebesar 88,75%, dari ahli materi sebesar 92,50%, dari dosen pengampu sebesar 92,50%, dari uji coba kelompok kecil 86%, dan dari uji coba kelompok besar 87,75%; dan (3) Hasil uji efektifitas menunjukkan bahwa *training kit engine management system* Toyota Avanza K3-VE yang dikembangkan efektif digunakan dalam perkuliahan dengan hasil N-gain sebesar 0,62.

**Kata Kunci:** *Training kit, Engine manajement system, Toyota Avanza*

## **PENDAHULUAN**

Pendidikan Vokasional Teknik Mesin (PVTM) Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa (UST) Yogyakarta adalah Lembaga Pendidikan dan Tenaga Kependidikan (LPTK) yang bertujuan mencetak calon pendidik SMK di bidang mesin produksi dan mesin otomotif. PVTM FKIP UST sebagai lembaga pendidikan vokasional tentu dalam pembelajarannya diwajibkan

menyelenggarakan kegiatan praktik. Praktik bertujuan untuk membekali lulusan mahasiswa untuk mengembangkan keterampilan yang relevan di bidangnya masing – masing sesuai dengan dunia kerja (Khan et al., 2022; Prianto et al., 2022).

Praktik otomotif merupakan kegiatan perkuliahan di Program Studi PVTM FKIP UST Yogyakarta khususnya bagi mahasiswa yang mengambil konsentrasi otomotif. Praktik otomotif di Program Studi PVTM FKIP UST Yogyakarta secara garis besar dibagi menjadi 3 bagian yaitu *engine*, *chasis*, dan *kelistrikan* yang dituangkan dalam beberapa mata kuliah. Sarana dan prasarana yang dimiliki oleh Program Studi PVTM FKIP UST sudah cukup memadai untuk digunakan kegiatan praktik otomotif. Beberapa media yang dimiliki oleh Program Studi PVTM FKIP UST Yogyakarta saat ini yaitu mobil, *engine stand*, panel kelistrikan, media pembelajaran *chasis*, dsb.

Materi yang disampaikan dalam mata kuliah otomotif tidak hanya berorientasi masa kini saja, namun dosen juga menyampaikan materi yang sifatnya berorientasi pada masa depan (Hossain Lipu et al., 2023). Sebagai contohnya materi *Engine Manajement System (EMS)* yang membahas terkait perkembangan teknologi kendaraan. Berdasarkan wawancara dengan dosen pengampu, penyampaian materi EMS secara teori bagi mahasiswa tidak mengalami kendala baik secara materi maupun sarana dan prasarannya, namun berbeda ketika dalam kegiatan praktik mahasiswa cenderung kesulitan memahami. Hal ini disebabkan masih terbatasnya media yang menunjang pembelajaran EMS. Media yang digunakan dalam pembelajaran EMS masih dalam bentuk mentah berupa unit mobil. Kelemahan media ini yaitu belum menampilkan bagian-bagian EMS secara detail karena komponen-komponen tersebut terletak di bagian yang tersembunyi dan sulit dijangkau bagi mahasiswa, sehingga mahasiswa pun mengalami kesulitan untuk mengeksplorasinya.

Upaya yang dapat dilakukan permasalahan di atas adalah melakukan perbaikan proses pembelajaran khususnya media pembelajaran yaitu mengembangkan media pembelajaran EMS sebagai wahana alat peraga. Media pembelajaran dapat membawa pesan-pesan atau informasi yang bertujuan instruksional atau mengandung maksud-maksud pengajaran (Hamdani, 2011). Pepatah mengatakan *I hear I forget, I see I know, I do I understand*. Azhar (2011) memperkirakan bahwa perolehan hasil belajar melalui indra pandangan berkisar 75%, melalui indra dengar sekitar 13%, dan melalui indra lainnya sekitar 12%. Berdasarkan pernyataan ini dapat disimpulkan bahwa dengan adanya media pembelajaran EMS dapat membantu keberhasilan dalam proses praktik otomotif. Pengembangan media pembelajaran yang akan dilakukan ini diharapkan dapat membantu mahasiswa dalam mencapai tujuan pembelajaran mahasiswa. Produk yang akan dikembangkan meliputi media peraga atau *training kit EMS*.

### **Media Training Kit**

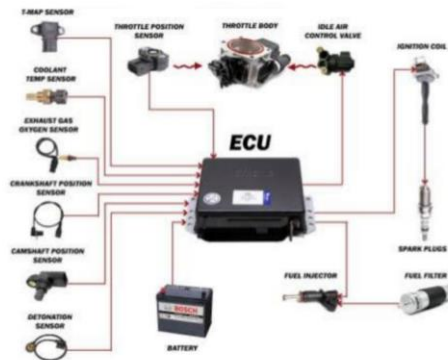
Media diartikan tengah, perantara, atau pengantar (Azhar, 2011). Media merupakan alat perantara dalam berkomunikasi. Media peraga dapat membantu pengajar untuk mencapai tujuan pembelajaran lebih efektif dan efisien (Sudjana, 2013). Media dalam konteks ini adalah *training kit* sebagai alat simulasi EMS pada kendaraan. *Training kit* dapat memberikan tanggapan, umpan balik, dan mendorong mahasiswa untuk melakukan praktik dengan benar (Purnawan, 2017).

Selain dapat tercapainya tujuan pembelajaran dengan efektif dan efisien, media juga berfungsi untuk: (1) menghadirkan representasi visual atau simulasi yang membantu pembelajar memahami dengan lebih baik terutama pada konsep atau topik yang sulit dipahami secara abstrak; (2) mengatasi keterbatasan ruang, waktu, tenaga, dan daya indra; (3) meningkatkan motivasi pembelajar dengan visualisasi yang baik, animasi, atau teknologi canggih seperti simulasi dapat membuat pembelajaran lebih menarik dan menyenangkan; (4) dapat digunakan untuk pembelajaran mandiri, di mana pembelajar dapat mempelajari materi secara mandiri sesuai dengan kecepatan dan gaya belajar mereka sendiri; dan (5) memberi stimulus, pengalaman, dan persepsi yang sama antar pembelajar (Sadiman et al., 2011).

*Training kit* dalam beberapa golongan yaitu gambar, sketsa, gambar yang diproyeksikan dengan proyektor, diagram, bagan, benda asli, model, barang contoh atau specimen, alat tiruan sederhana atau mock-up, diorama, pameran (Juwairiyah, 2013). *Training kit* yang akan dikembangkan berupa model yaitu penyederhanaan dari kendaraan yang akan diambil komponen-komponen EMS saja, kemudian akan dikemas sebagai alat simulasi. Dengan *training kit* sebagai media pembelajaran yang dikembangkan, mahasiswa dapat melihat dan mengamati materi perkuliahan yang berupa objek yang sebelumnya tidak tergambarkan.

### **Engine Manajement System (EMS)**

*Engine Management System* merupakan mekanisme pengatur seluruh sistem pada *engine* yang dikendalikan oleh *Electronic Control Unit* (ECU) dengan harapan performa engine tetap bekerja secara optimal (Binder et al., 2015). EMS terdiri dari beberapa komponen yaitu sensor-sensor sebagai input data, ECU, dan aktuator.



Gambar 1. Pengolaan Signal pada EMS

Berikut nama komponen-komponen pada EMS dan fungsinya:

Tabel 1. Sensor- Sensor EMS dan Fungsinya

No	Nama Sensor	Fungsi
1.	<i>Electronic Control Unit (ECU)</i>	Mengatur seluruh sistem pada <i>engine</i> agar <i>engine</i> dapat bekerja
2.	<i>Idle Speed Control (ISC)</i>	Merupakan jenis aktuator yang berfungsi untuk mengatur udara masuk ke intake manifold pada saat <i>throttle valve</i> dalam keadaan tertutup dan <i>engine</i> pada saat putaran <i>idle</i>
3.	<i>Engine Coolant Temperature (ECT)</i>	Merupakan jenis sensor yang berfungsi sebagai pengirim sinyal ke ECU tentang suhu kerja <i>engine</i>
4.	<i>Intake Air Temperature (IAT)</i>	Merupakan jenis sensor yang berfungsi sebagai pengirim sinyal ke ECU tentang udara yang masuk ke dalam <i>intake manifold</i>
5.	<i>Manifold Absolute Pressure (MAP)</i>	Merupakan jenis sensor yang berfungsi sebagai pengirim sinyal ke ECU tentang tekanan udara pada <i>intake manifold</i>
6.	<i>Camshaft Position Sensor</i>	Merupakan jenis sensor yang berfungsi sebagai pengirim sinyal putaran mesin dan posisi top pada silinder nomor 1.
7.	<i>Electronic Fuel Injection</i>	Merupakan sistem penyemprotan bahan bakar yang diatur secara elektronik agar campuran udara dan bahan bakar selalu tepat sesuai kebutuhan <i>engine</i>

## METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Developmen (R&D)* model 4-D yang terdiri dari beberapa tahap, yaitu: (1) *define*; (2) *design*; (3) *develop*; dan (4) *disseminate* (Thiagarajan et al., 2016). Subjek penelitian adalah mahasiswa. Objek penelitian yaitu *training kit EMS Toyota Avanza K3-VE*.

Pengumpulan data menggunakan teknik observasi, angket, dan tes. Teknik observasi untuk mengetahui kebutuhan *training kit EMS Toyota Avanza K3-VE* yang dikembangkan. Angket berisi penilaian kelayakan *training kit EMS Toyota Avanza K3-VE* oleh ahli media, ahli materi, dosen pengampu, dan mahasiswa sebagai pengguna. Untuk uji coba kelompok kecil menggunakan 10 mahasiswa dan uji coba kelompok besar menggunakan 20 mahasiswa. Tes digunakan untuk mengetahui keefektifan *training kit EMS Toyota Avanza K3-VE* yang dikembangkan untuk pembelajaran.

Analisis dara dilakukan secara deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif berupa data deskriptif yang diperoleh dari hasil validasi oleh para ahli. Revisi produk mengacu pada hasil validasi tersebut. Data kuantitatif diperoleh dari mengubah data kualitatif menggunakan

skala *likert* dengan skala 1 (kurang), 2 (cukup), 3 (baik), dan 4 (baik sekali). Selanjutnya persentase kelayakan dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\% = \frac{\text{Skor yang diobservasi}}{\text{Skor yang diharapkan}} \times 100\%$$

Persentase kelayakan yang dihitung mengacu pada tabel 1 untuk ditentukan kategori kelayakan *training kit* EMS Toyota Avanza K3-VE yang dihasilkan. Kategori kelayakan minimal adalah minimal “Baik”

Tabel 1. Skala Persentase dan Kategorinya

Persentase Pencapaian	Kategori
81% - 100%	Sangat Baik
61% - 80%	Baik
41% - 60%	Cukup
21 - 40%	Kurang
0 - 20%	Sangat Kurang

*Training kit* EMS Toyota Avanza K3-VE yang dikembangkan dikatakan efektif ditinjau dari data hasil belajar mahasiswa yang meliputi peningkatan hasil belajar dengan menggunakan rumus uji N gain sebagai berikut:

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

Berdasarkan pada perhitungan N-gain yang didapatkan kemudian menggunakan tabel 2 untuk melihat skor kategorinya. Kategori “sedang” menjadi tolak ukur minimal untuk menentukan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan efektif digunakan.

Tabel 2. Pembagian Skor Gain

Nilai N-gain	Kategori
$g > 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq g \leq 0,7$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Tahap Pendefinisian (*Define*)

Tahap awal dari *define* adalah analisis awal akhir yang dilakukan dengan pengamatan dan wawancara terhadap dosen pengampu mata kuliah kelistrikan otomotif, sistem bahan bakar, dan motor otomotif. Ketiga mata kuliah tersebut disoroti karena dalam pembelajarannya juga memuat materi EMS. Hasil yang didapatkan berdasarkan hasil wawancara dan pengamatan dapat disimpulkan bahwa dalam pembelajarannya media pembelajaran yang digunakan oleh para dosen pengampu masih kurang yaitu hanya berupa video dan sebuah mobil. Dengan media tersebut dosen dan mahasiswa belum dapat mengeksplorasi EMS karena sebagian besar komponen EMS terletak di bagian yang tersembunyi dan sulit dijangkau oleh mahasiswa. Dengan

hasil ini dapat dijadikan pertimbangan untuk mengembangkan media pembelajaran khusus yang mencakup EMS agar memudahkan mahasiswa untuk mencermati komponen-komponen EMS.

EMS merupakan materi bagian dari kelistrikan otomotif dimana listrik merupakan barang yang tidak terlihat, tetapi dapat dirasakan. Hal inilah yang dianggap oleh mahasiswa bahwa kelistrikan otomotif merupakan mata kuliah yang sulit terlebih pada materi EMS. Media pembelajaran yang seharusnya dapat mempermudah gambaran abstrak belum dapat menjabarkan substansi dari EMS dengan baik karena media yang digunakan masih berupa unit mobil belum menampilkan EMS secara rinci. Atas dasar pertimbangan inilah perlunya pengembangan media pembelajaran yang mengkhususkan pada EMS.

Berdasarkan analisis konsep, spesifikasi tujuan pembelajaran yang hendak dicapai dalam pengembangan *training kit* ini adalah mahasiswa dapat: (1) Mengidentifikasi bagian-bagian EMS; (2) Melakukan pengukuran EMS; dan (3) Mendiagnosis kerusakan EMS.

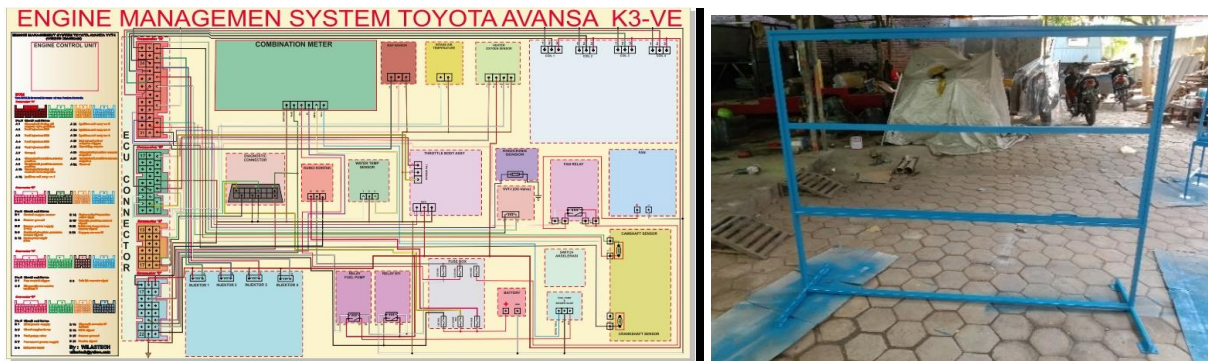
### **Tahap Perancangan (*Design*)**

Tahap awal dari *design* adalah menyusun instrumen berupa angket untuk uji kelayakan para ahli yaitu ahli materi dan media. Penyusunan instrumen yang lainnya yaitu instrumen untuk uji kelayakan oleh dosen pengampu dan mahasiswa sebagai uji coba terbatas dan luas. Aspek uji kelayakan untuk ahli materi dan dosen yaitu: kesesuaian *training kit* dengan materi, kemudahan mahasiswa untuk mendalami materi, efisiensi waktu menggunakan *training kit*, kejelasan gambar pada *training kit*, dan kesesuaian *training kit* untuk mencapai tujuan pembelajaran. Aspek uji kelayakan ahli media yaitu materi, keterpaduan, kesederhanaan, bentuk, dan bahan. Aspek uji kelayakan mahasiswa untuk uji coba kecil dan luas yaitu: memahami materi dalam *training kit*, *layout* gambar *training kit*, pengaruh *training kit* terhadap hasil belajar, pengaruh bentuk gambar *training kit* dalam kejelasan materi, dan kejelasan gambar materi dalam *training kit*.

Pemetaan materi dilakukan dalam rangka pemilihan media pembelajaran yang tepat untuk menyelesaikan masalah yang dialami pada praktikum otomotif di Prodi PVTM FKIP UST. Pemilihan media pembelajaran berupa *training kit* EMS Toyota Avanza K3-VE dianggap sesuai dengan kebutuhan dosen pengampu dan mahasiswa. *Training kit* dipilih sebagai simulator materi EMS untuk mengatasi kesulitan-kesulitan mahasiswa dalam menguasai materi karena media pembelajaran selama ini yang digunakan masih berupa sebuah mobil, sehingga mahasiswa akan kesulitan dalam mencermati letak-letak sensor, ECU, dan aktuator yang tempatnya tidak semua terletak ditempat terbuka. Jika beberapa komponen EMS tersebut terletak ditempat yang tersembunyi, maka bagi mahasiswa yang masih tahap belajar akan mengalami kesulitan dalam melakukan pengukuran dan perbaikannya.

Format media pembelajaran berupa *training kit* dikembangkan selain atas pertimbangan dapat mengatasi kesulitan-kesulitan mahasiswa tersebut, *training kit* ini dapat menunjang capaian kompetensi mahasiswa yaitu: (1) Mengidentifikasi bagian-bagian EMS; (2) Mengukur EMS; dan (3) Mendiagnosis Kerusakan EMS.

Pada tahap ini telah terancang *prototype* yaitu konsep awal dari panel board yang didesain dengan menggunakan *software* CorelDraw dan pembuatan rangka *training kit* EMS Toyota Avanza K3-VE. Dari kedua rancangan tersebut setelah jadi akan dipasangkan komponen-EMS Toyota Avanza K3-VE yang berupa beberapa sensor, ECU, dan aktuator



Gambar 2. Rancangan Panel Board dan Rangka *Training Kit* EMS Toyota Avanza K3-VE



Gambar 3. Panel Board dan Rangka *Training Kit* sebelum dipasang Komponen-Komponen EMS Toyota Avanza K3-VE

### Tahap Pengembangan (*Develop*)

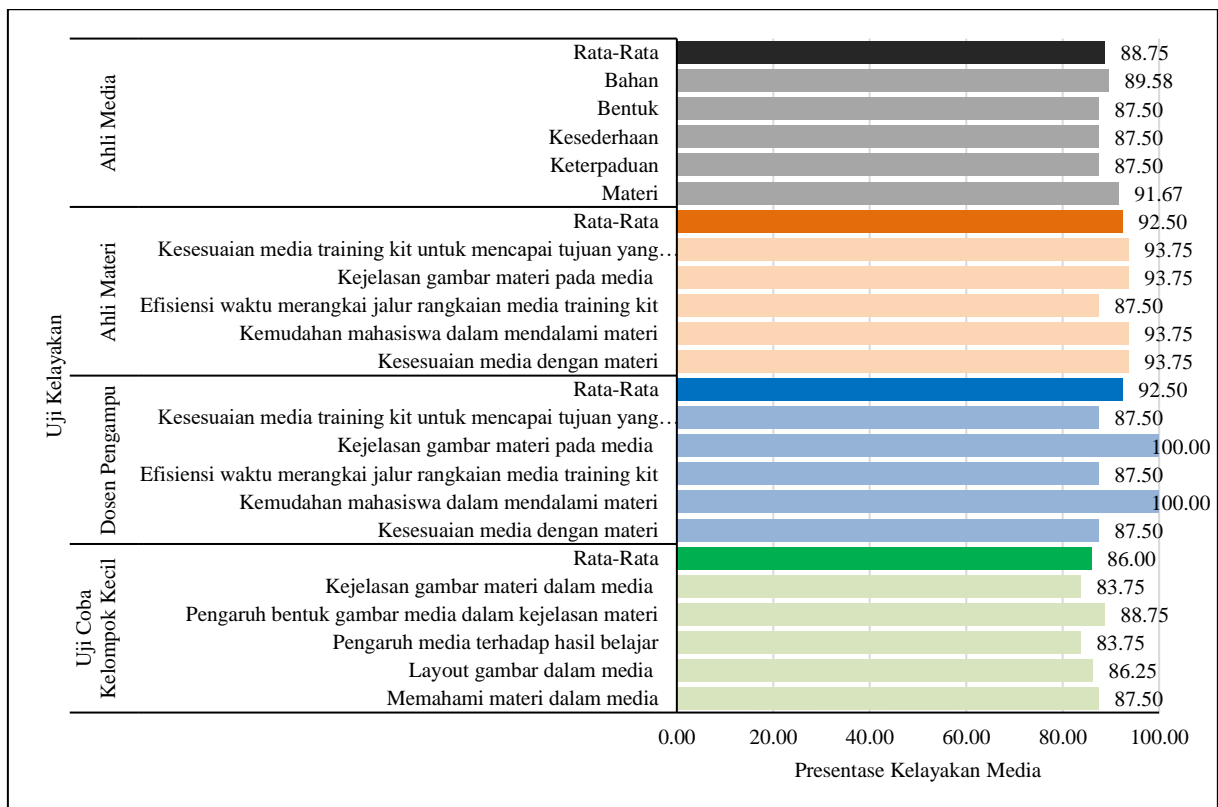
Pada tahap pengembangan yaitu merevisi *training kit* EMS Toyota Avanza K3-VE berdasarkan saran atau masukan dari para ahli materi, media, dosen pengampu, dan uji coba terbatas. Beberapa masukan yaitu: pertama, dari para ahli materi menyarankan perlunya menyediakan SOP dan panduan praktikum penggunaan *training kit* EMS Toyota Avanza K3-VE. Kedua, dari para ahli media memperkuat panel. Ketiga, masukan dari dosen pengampu yaitu perlunya penambahan panduan praktikum yang sesuai dengan *training kit* EMS Toyota Avanza K3-VE. Keempat, masukan dari uji coba terbatas yaitu colokan pada lubang *training kit* maupun pada *jack banana* tidak sesuai sehingga menyebabkan tidak dapat terpasang dengan

benar dan kendor. Beberapa masukan tersebut *training kit* EMS Toyota Avanza K3-VE direvisi dengan menyediakan *job sheet* yang didalamnya memuat SOP dan panduan praktikum serta memilah colokan dan *jack banana* yang ukurannya pas sehingga dapat dipasang dengan benar dan kencang. Hasil produk akhir *training kit* yang telah dikembangkan dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 4. Produk Final *Training Kit* EMS Toyota Avanza K3-VE

Pengambilan data kelayakan menggunakan angket berdasarkan hasil penilaian ahli media, ahli materi, dosen pengampu, dan 20 mahasiswa sebagai pengguna dalam uji coba kelompok kecil. Berdasarkan uji kelayakan didapatkan hasil sangat baik dengan rincian rata-rata dari ahli media sebesar 88,75%, dari ahli materi sebesar 92,50%, dari dosen pengampu sebesar 92,50%, dan dari uji coba kelompok sebesar 86%. Berikut tabulasi hasil uji kelayakan dari *training kit* EMS Toyota Avanza K3-VE:

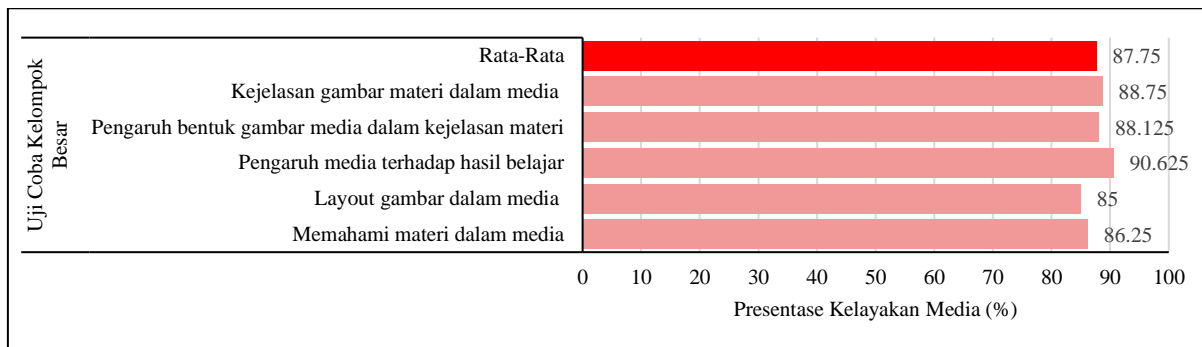


Gambar 5. Hasil Kelayakan *Training Kit* EMS Toyota Avanza K3-VE



### Tahap Penyebaran (*Disseminate*)

Tahap penyebaran media pembelajaran dilakukan pada 20 mahasiswa sebagai uji coba kelompok besar sekaligus sebagai pengguna dengan hasil rata-rata sebesar 87,75% dikategorikan sangat sangat baik. Berikut tabulasi hasil uji coba kelompok besar dari media pembelajaran *training kit* EMS Toyota Avanza K3-VE:



Gambar 6. Hasil Respon Mahasiswa Menggunakan *Training Kit* EMS Toyota Avanza K3-VE

Uji keefektifan media pembelajaran menggunakan 2 jenis data, yaitu skor *pretest* dan *posttest*. Hasil N-gain yaitu 0,62 termasuk kategori sedang, artinya dengan menggunakan *Training Kit* EMS Toyota Avanza K3-VE dapat meningkatkan hasil belajar mahasiswa. *Training kit* sangat tepat digunakan sebagai media pembelajaran untuk meningkatkan pemahaman materi yang sifatnya tidak terlihat seperti halnya pada kelistrikan otomotif (N. A. Handoyono & Rabiman, 2020; Nurcholish Arifin Handoyono, 2019). Penyampaian materi kelistrikan otomotif akan efektif jika menggunakan alat peraga (Irawan & Widjanarko, 2020). Materi EMS yang awalnya sulit dipahami oleh mahasiswa, terlalu beresiko, dan terlalu abstrak untuk dipelajari. Pemilihan alat peraga berupa *training kit* sebagai media pembelajaran bertujuan untuk mendemonstrasikan agar mahasiswa mendapatkan gambaran atau penjelasan materi secara konkrit (Mclaughlin et al., 2007; Smaldino et al., 2015). Dengan adanya *training kit* ini akan memberikan pengalaman mahasiswa dalam mempelajari EMS sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai.

*Training kit* ini sangat tepat sebagai media pembelajaran EMS karena dapat menampilkan komponen-komponen EMS secara detail, sehingga mahasiswa lebih mudah mengamati cara kerjanya. Ketepatan pemilihan media pembelajaran sangat penting agar pesan substansi materi dapat tercapai (Abidin, 2016). *Training kit* yang telah dikembangkan ini dapat dijadikan bahan *trouble shooting* dalam kegiatan praktikum sebagai simulasi pemecahan masalah yang sesuai dengan kasus permasalahan di bidang pekerjaannya. Agar hal tersebut terwujud, dalam proses pembelajaran dapat dikemas menggunakan model pembelajaran yang aktif dan berbasis masalah (Nurcholish Arifin Handoyono & Rabiman, 2019).

Pengembangan media pembelajaran berupa *Training Kit* EMS Toyota Avanza K3-VE dapat digunakan selain pada mata kuliah kelistrikan otomotif karena *training kit* ini juga memuat beberapa materi pada mata kuliah lain di Program Studi PVTM yaitu, dasar-dasar otomotif, motor otomotif, dan sistem bahan bakar otomotif, sehingga *training kit* ini juga merupakan media pembelajaran terpadu. Keterpaduan ini juga dapat berdampak pada penggunaan di luar perkuliahan, misalnya digunakan untuk pelatihan EMS (Nurcholish Arifin Handoyono et al., 2019). Agar lebih maksimal lagi dalam pembelajarannya dapat menggunakan media pembelajaran bentuk lain, misalnya menggunakan modul EMS sebagai bahan belajar mandiri sebelum dilakukan praktikum menggunakan *training kit* EMS Toyota Avanza K3-VE (Auzan, 2022).

## **SIMPULAN**

Media pembelajaran *training kit* EMS Toyota Avanza K3-VE yang telah dikembangkan dengan menggunakan model 4-D meliputi 4 tahap yaitu *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate* telah menghasilkan media pembelajaran yang layak digunakan. Berdasarkan hasil uji kelayakan oleh ahli media, ahli materi, dosen pengampu, dan mahasiswa sebagai pengguna media pembelajaran ini mendapatkan hasil sangat baik dengan rerata skor keseluruhan yaitu 89,50%. Berdasarkan uji N gain didapatkan sebesar 0,62 termasuk kategori sedang, artinya media pembelajaran ini dapat meningkatkan hasil belajar mahasiswa. Dengan adanya hasil ini media pembelajaran yang telah dikembangkan efektif diterapkan dalam praktikum kelistrikan otomotif khususnya pada materi EMS

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Ucapan terimakasih disampaikan kepada LP2M UST yang telah mendanai penelitian ini.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Abidin, Z. (2016). Penerapan Pemilihan Media Pembelajaran. *Edcomtech*, 1(1), 9–20.
- Auzan, D. (2022). Pembuatan Modul Sistem Bahan Bakar Injeksi/EFI pada Mapel PMKR Kelas XI TKRO SMKN 3 Takengon. *Jurnal Pendidikan Vokasi Otomotif*, 4(1).  
<https://doi.org/10.21831/jpvo.v4i1.43887>
- Azhar, A. (2011). Media Pembelajaran. In *Media Pembelajaran*. Raja Grafindo Persada.
- Binder, A., Ecker, R., Glaser, A., & Müller, K. (2015). Gasoline direct injection. In *Gasoline Engine Management*. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-03964-6\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-658-03964-6_8)
- Hamdani. (2011). *Strategi Belajar Mengajar*. CV Pustaka Setia.

- Handoyono, N. A., & Rabiman, R. (2020). Development of android-based learning application in EFI materials for vocational schools. *Journal of Physics: Conference Series*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1456/1/012050>
- Handoyono, Nurcholish Arifin. (2019). Development of Media Trainer Kit Charging System to Improve Effectiveness Automotive Electrical Practices. *Journal of Mechanical Engineering Education*.
- Handoyono, Nurcholish Arifin, & Rabiman, R. (2019). *The Effectiveness of the Problem-Based Learning Model Using Android-Based Learning Application in EFI Service Subject*. 145–152. <https://doi.org/10.4108/eai.28-9-2019.2291006>
- Handoyono, Nurcholish Arifin, Rabiman, R., Hadi, S., & Ratnawati, D. (2019). Pelatihan Otomotif Bidang EFI (Electronic Fuel Injection). *Abdimas Dewantara*. <https://doi.org/10.30738/ad.v2i2.4368>
- Hossain Lipu, M. S., Karim, T. F., Ansari, S., Miah, M. S., Rahman, M. S., Meraj, S. T., Elavarasan, R. M., & Vijayaraghavan, R. R. (2023). Intelligent SOX Estimation for Automotive Battery Management Systems: State-of-the-Art Deep Learning Approaches, Open Issues, and Future Research Opportunities. In *Energies* (Vol. 16, Issue 1). <https://doi.org/10.3390/en16010023>
- Irawan, A., & Widjanarko, D. (2020). Pengembangan Alat Peraga Sistem Audio untuk Meningkatkan Pemahaman Mahasiswa Pendidikan Teknik Otomotif. *Jurnal Pendidikan Vokasi Otomotif*, 2(1). <https://doi.org/10.21831/jpvo.v2i1.26701>
- Juwairiyah, J. (2013). Alat Peraga dan Media Pembelajaran Kimia. *Visipena*, 4(1), 1–13.
- Khan, S., Ahmed, R. R., Streimikiene, D., Streimikis, J., & Jatoi, M. A. (2022). The Competency-Based Training & Assessment, and Improvement of Technical Competencies and Changes in Pedagogical Behavior. *E a M: Ekonomie a Management*, 25(1). <https://doi.org/10.15240/tul/001/2022-1-006>
- Mclaughlin, A. C., Rogers, W. A., Jr, E. A. S., D, A., & Services, O. P. (2007). Learning, Media and Technology. *Learning, Media and Technology*, 32(4), 381–405. <https://doi.org/10.1080/17439880701690083>
- Prianto, A., Qomariyah, U. N., & Firman. (2022). Does Student Involvement in Practical Learning Strengthen Deeper Learning Competencies? *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 21(2). <https://doi.org/10.26803/ijlter.21.2.12>
- Purnawan, P. (2017). Efektifitas Trainer Pneumatik sebagai Media Pembelajaran pada Materi Pengontrolan Gerak Sekuensial. *Innovation of Vocational Technology Education*, 8(1), 46–57. <https://doi.org/10.17509/invotec.v8i1.6109>

- Sadiman, A. S., Rahardjo, R., Haryono, A., & Harjito. (2011). *Media pendidikan: pengertian, pengembangan, dan pemanfaatannya*. PT. Raja Grafindo Perkasa.
- Smaldino, S. E., Lowther, D. L., & Mims, C. (2015). Instructional Media and Technology for Learning. In *International Journal of Distributed and Parallel Systems* (11th ed.). Pearson. <https://doi.org/10.1016/J.ARABJC.2011.11.008>
- Sudjana, N. (2013). *Dasar-dasar proses belajar mengajar*. Remaja Rosdakarya Offset.
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (2016). *Instructional development for training teachers of exceptional children: A sourcebook*. Leadership Training Institute/Special Education, University of Minnesota. [https://doi.org/10.1016/0022-4405\(76\)90066-2](https://doi.org/10.1016/0022-4405(76)90066-2)