

Smart Fuel System: Interactive Learning about Electronic Fuel for Students of SMK Muhammadiyah 2 Tegal

Smart Fuel System: Pembelajaran Interaktif tentang Bahan Bakar Elektronik untuk Peserta Didik SMK Muhammadiyah 2 Tegal

Sudarmono*¹, Imam Muzaki², Didi Kusaeri³, Muh. Zainudin⁴, Alfauzi⁵
Rohmat⁶, Jaelani⁷

^{1,2,3,4,5,6,7}Universitas Muhammadiyah Tegal

E-mail: sudarmono92@umtegal.ac.id¹,

Abstract

This community service activity aims to provide understanding to students of SMK Muhammadiyah 2 Tegal regarding the Electronic Fuel System through interactive learning methods. The activity was carried out through theoretical presentations, equipment demonstrations, and direct practice using simulation devices. The results showed a significant improvement in students' understanding of the working principles of the electronic fuel system, particularly regarding the role of the ECU and O2 sensor. Interactive learning methods proved effective in enhancing students' learning motivation and skills in modern automotive technology.

Keywords: *Electronic Fuel, ECU, Interactive Learning, Automotive, Vocational Education.*

Abstrak

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk memberikan pemahaman kepada peserta didik SMK Muhammadiyah 2 Tegal mengenai sistem bahan bakar elektronik (Electronic Fuel System) melalui metode pembelajaran interaktif. Kegiatan dilakukan melalui penyampaian teori, demonstrasi alat, dan praktik langsung menggunakan perangkat simulasi. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan signifikan pada pemahaman peserta didik terhadap prinsip kerja sistem bahan bakar elektronik, terutama pada peran ECU dan sensor O2. Metode pembelajaran interaktif terbukti efektif dalam meningkatkan minat belajar dan keterampilan peserta didik dalam bidang otomotif modern.

Kata kunci: *Bahan Bakar Elektronik, ECU, Pembelajaran Interaktif, Otomotif, SMK*

1. PENDAHULUAN

Dalam dunia otomotif modern, sistem bahan bakar elektronik menjadi salah satu teknologi yang berkembang pesat. Sistem ini digunakan untuk meningkatkan efisiensi bahan bakar dan mengurangi emisi gas buang. Namun, pemahaman mengenai teknologi ini masih terbatas dalam lingkungan pendidikan. Salah satu tantangan dalam dunia pendidikan adalah bagaimana mengintegrasikan teknologi sebagai media pembelajaran yang efektif dan interaktif. Terlebih lagi, dalam bidang otomotif, perkembangan bahan bakar elektronik menjadi isu penting yang harus dipahami oleh peserta didik agar mereka siap menghadapi industri yang semakin modern dan berbasis teknologi. Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) sebagai institusi pendidikan vokasi memiliki peran penting dalam menyiapkan peserta didik agar memiliki keterampilan yang relevan dengan kebutuhan industri. Kemampuan lulusan SMK, terutama di bidang Teknik Otomotif yang terkait dengan Electronic Control Unit (ECU), harus memenuhi persyaratan kompetensi yang telah ditetapkan oleh Badan Nasional Sertifikasi Profesi (BNSP). Oleh karena itu, perlu melakukan persiapan khusus dan tindakan yang diperlukan untuk menghadapi uji kompetensi yang diadakan oleh BNSP. Dengan demikian, peserta didik dan lulusan SMK dapat mendapatkan sertifikasi yang sesuai dan bersaing secara efektif dengan lulusan dari SMK lainnya dalam dunia industri (Arif, 2017).

Selain itu, SMK sebagai salah satu institusi pendidikan kejuruan, menghadapi tantangan dalam menyediakan media pembelajaran yang dapat meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap bahan bakar elektronik. Kurangnya media pembelajaran interaktif yang dapat membantu peserta didik

memahami konsep bahan bakar elektronik sering kali menjadi kendala dalam proses pembelajaran. Hal ini juga dijelaskan oleh penelitian sebelumnya yang menjelaskan bahwa perkembangan pesat di dunia industri telah membuat guru atau instruktur kesulitan dalam mengembangkan kompetensi, terutama jika mereka mengandalkan pelatihan dari Balai Pelatihan Smart Simulator yang terbatas dan sulit diakses. Kompetensi guru sering kali tertinggal dari perkembangan industri, yang tercermin dalam materi pembelajaran dan pemahaman yang masih mengandalkan pengetahuan lama yang sudah tidak relevan. Meskipun peralatan praktik sudah memadai, guru dan siswa seringkali kurang terampil dan kompeten dalam menggunakannya, terutama dalam konteks sistem Electronic Control Unit (ECU) yang menggunakan komputer sebagai alat pengolahan data. Meskipun instrumen yang digunakan dalam praktik sudah baik dan up to date, guru seharusnya minimal menguasai dan memahami cara penggunaannya. Hal lainnya adalah pembelajaran yang terpusat pada guru cenderung membosankan dan tidak menarik, sehingga penggunaan teknologi informasi pada simulator dapat meningkatkan perkembangan pembelajaran menjadi lebih menarik (Abidi, 2018).

SMK 2 Muhammadiyah Tegal sebagai mitra dalam kegiatan ini memiliki kebutuhan untuk meningkatkan kompetensi peserta didiknya dalam bidang sistem bahan bakar elektronik. Kendala utama yang dihadapi adalah kurangnya akses terhadap peralatan yang memadai dan keterbatasan modul pembelajaran yang relevan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan sebuah solusi yang inovatif dalam bentuk *Smart Fuel System*, yaitu metode pembelajaran interaktif berbasis teknologi yang dirancang untuk membantu peserta didik memahami bahan bakar elektronik dengan lebih efektif. Metode ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman peserta didik melalui metode pembelajaran yang lebih menarik, visual, dan interaktif dibandingkan metode konvensional yang lebih bersifat teoritis.

Penerapan *Smart Fuel System* diharapkan dapat memberikan manfaat bagi peserta didik, khususnya dalam meningkatkan kompetensi mereka di bidang otomotif (Setiawan, B., 2020). Selain itu, inovasi ini juga diharapkan dapat menjadi model pembelajaran yang dapat diterapkan di berbagai SMK lainnya guna mendukung peningkatan kualitas pendidikan vokasi di Indonesia. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengimplementasikan *Smart Fuel System* sebagai media pembelajaran interaktif tentang bahan bakar elektronik untuk peserta didik SMK 2 Muhammadiyah Tegal. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran di bidang otomotif dan mendukung kesiapan peserta didik dalam menghadapi tantangan di industri otomotif modern. Dalam pelaksanaan kegiatan ini, peserta didik diberikan materi dasar tentang bahan bakar elektronik dan diperkenalkan dengan teknologi terbaru dalam sistem bahan bakar, selain itu peserta didik diharapkan mampu memahami konsep dasar bahan bakar elektronik, mampu mengetahui komponen utama dalam sistem bahan bakar elektronik, dan mampu mengaplikasikan konsep dalam dunia industri otomotif (Wibowo, A 2019).

2. METODE

Pelatihan smart simulator diberikan dengan memberikan penjelasan menyeluruh tentang sistem EFI pada sepeda motor secara umum. Setelah itu, kami akan mengumpulkan data melalui observasi untuk melakukan analisis. Karena sistem Electronic Control Unit pada sepeda motor sangat kompleks dan terdapat banyak komponen yang terlibat, Pelatihan smart simulator akan difokuskan pada unit utama sepeda motor dan akan sesuai dengan Standar Kompetensi Indonesia Kerja Nasional (SKKNI) yang ditetapkan oleh BNSP. Dengan demikian, akan ada panduan yang selalu dapat diikuti dalam pelaksanaannya. Pendekatan menggunakan *chase method*, di mana kami akan memberikan pengantar teori dan kemudian memberikan fokus pada praktik, dengan 80% penekanan pada praktik dan 20% pada teori. Sistem ECU di sepeda motor tidak hanya melibatkan pemahaman tentang sistem ECU itu sendiri, tetapi juga melibatkan pemahaman tentang alat-alat yang digunakan dan prosedur operasionalnya. Oleh karena itu, Pelatihan smart simulator akan mencakup tidak hanya sistem ECU, tetapi bagaimana menggunakan simulator dan prosedur seharusnya. Pelaksanaan difokuskan untuk peserta didik jurusan Otomotif untuk memberikan kontribusi yang signifikan bagi SMK Muhammadiyah 2 Kota Tegal. Peserta didik akan mendapatkan pelatihan dari Dosen – dosen Universitas Muhammadiyah Tegal, dan pada akhir kegiatan, akan ada evaluasi bersama. Peserta didik akan diminta untuk melakukan tugas cara

sendiri-sendiri atau dalam kelompok dalam membuktikan meningkatnya kompetensi dalam Electronic Control Unit (ECU). Kegiatan ini akan terstruktur dan dijadwalkan dengan jelas, dengan lebih banyak waktu yang dialokasikan untuk kegiatan praktik dibandingkan dengan teori. Pengabdian kepada masyarakat ini menggunakan metode kualitatif deskriptif, pengambilan data dilakukan dengan melakukan observasi langsung kepada objek peneliti yaitu peserta didik.

Dalam rangka melaksanakan kegiatan pengabdian kepada masyarakat di SMK Muhammadiyah 2 Tegal, terdapat beberapa tahapan agar kegiatan sosialisasi berjalan dengan efektif dan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan antara lain (1) Tahap persiapan, tahap ini melibatkan beberapa aspek utama, termasuk perencanaan program, koordinasi dengan pihak sekolah, pengadaan materi dan media pembelajaran, serta teknis pelaksanaan. (2) Tahap pelaksanaan, tahap ini terdiri dari pembukaan kegiatan, penyampaian materi, demonstrasi dan praktik, sesi diskusi serta tanya jawab, hingga tahap penutupan dan evaluasi. (3) Tahap penutupan dan evaluasi kegiatan, sebagai tahap akhir dalam pelaksanaan kegiatan sosialisasi, dilakukan sesi penutupan serta evaluasi terhadap keseluruhan kegiatan, di mana tim pengabdian akan memberikan ringkasan dari seluruh pembelajaran yang telah dilakukan. Penyampaian umpan balik oleh guru dan siswa, untuk mengetahui sejauh mana kegiatan ini bermanfaat bagi mereka dan apakah ada aspek yang perlu ditingkatkan dalam kegiatan serupa di masa depan. Dokumentasi dan Foto Bersama, sebagai bagian dari pencatatan kegiatan serta bahan laporan tim pengabdian kepada masyarakat. Sebagai mitra utama dalam program ini, SMK Muhammadiyah 2 Tegal memiliki peran penting dalam memastikan kelancaran pelaksanaan kegiatan. Pihak sekolah berpartisipasi dalam menyediakan fasilitas berupa ruang kelas. Selain itu, sekolah akan membantu dalam proses seleksi peserta didik yang akan mengikuti pelatihan berdasarkan minat dan kesiapan mereka dalam menerima materi. Guru-guru dari SMK juga akan berperan sebagai fasilitator dan pendamping selama proses pembelajaran berlangsung, sehingga transfer pengetahuan dapat lebih optimal. Peserta didik sebagai objek utama kegiatan akan berpartisipasi aktif dalam seluruh rangkaian pelatihan. Mereka akan mengikuti sesi teori dan praktik dengan bimbingan dari tim pelaksana serta guru pendamping. Keterlibatan aktif peserta didik dalam praktik langsung diharapkan dapat meningkatkan pemahaman dan keterampilan mereka dalam bidang ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari kegiatan ini menunjukkan bahwa peserta didik dapat memahami dasar-dasar sistem bahan bakar elektronik dan mampu mengenali komponennya. Meskipun terdapat keterbatasan peralatan simulasi, peserta didik tetap dapat memahami prinsip kerja bahan bakar elektronik melalui pendekatan interaktif. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilakukan di SMK Muhammadiyah 2 Tegal pada tanggal 12 Februari 2025 bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam kepada peserta didik mengenai sistem bahan bakar elektronik dalam dunia otomotif. Jumlah peserta sebanyak 30 siswa. Kegiatan ini diprakarsai oleh Tim PKM yang terdiri dari Sudarmono, S.T., M.Eng. bersama dengan anggota tim lainnya yaitu Imam Muzaki S.T., M.T, Didi Kusaeri S.T., M.T, Muh. Zainudin S.T., M.T, Alfauzi S.T., M.T, Rohmat S.T., M.T dan Jaelani S.T., M.T. Kegiatan ini berlangsung selama 1 hari dan diikuti dengan penuh antusiasme oleh para peserta. Selain itu, keberhasilan kegiatan ini juga didukung oleh sejumlah peralatan yang disediakan baik oleh tim pelaksana PKM maupun oleh sekolah.

Proses kegiatan ini dimulai dari tahap persiapan, pelaksanaan sosialisasi dan pelatihan, hingga evaluasi hasil dan tindak lanjut program. Bagian inti dari kegiatan adalah praktik langsung. Peserta didik diberikan kesempatan untuk menganalisis data dari sistem bahan bakar elektronik, membaca parameter dari sensor kendaraan, serta memahami bagaimana ECU mengatur suplai bahan bakar secara otomatis. Dalam sesi ini, peserta didik bekerja dalam kelompok kecil untuk melakukan troubleshooting sederhana terhadap sistem bahan bakar elektronik, dengan bimbingan dari dosen dan mahasiswa. Kegiatan diakhiri dengan sesi evaluasi dan tanya jawab, di mana peserta didik memberikan umpan balik mengenai pemahaman mereka. Sebagai bentuk keberlanjutan program, tim pengabdian menyerahkan materi pembelajaran kepada pihak sekolah, sehingga materi ini dapat digunakan kembali dalam proses belajar-mengajar di SMK Muhammadiyah 2 Tegal. Kegiatan pengabdian ini memberikan dampak positif yang signifikan bagi peserta didik SMK Muhammadiyah 2 Tegal, terutama dalam meningkatkan pemahaman mereka terhadap teknologi bahan bakar elektronik.



Gambar 1. Penyampaian Materi Ke 1



Gambar 2. Penyampaian Materi ke 2



Gambar 3. Proses Pelaksanaa Simulasi



Gambar 4. Evaluasi Hasil Pelatihan

Berikut beberapa hasil yang dicapai:

Peningkatan pemahaman peserta didik

Berdasarkan hasil evaluasi, sekitar 85% peserta didik menyatakan bahwa mereka lebih memahami cara kerja sistem bahan bakar elektronik setelah mengikuti kegiatan ini. Sebelum kegiatan dimulai, banyak peserta didik yang hanya memiliki pemahaman dasar mengenai sistem bahan bakar elektronik, terutama yang berkaitan dengan teori mesin konvensional. Setelah mengikuti kegiatan ini, terjadi peningkatan signifikan dalam pemahaman mereka, terutama mengenai: prinsip kerja sistem bahan bakar elektronik, termasuk peran Electronic Control Unit (ECU) dalam mengatur injeksi bahan bakar. Fungsi utama sensor-sensor elektronik seperti sensor oksigen (O₂ sensor), sensor tekanan manifold (MAP), dan sensor suhu pendingin (ECT sensor) dalam membantu efisiensi bahan bakar. Keunggulan sistem bahan bakar elektronik dibandingkan dengan sistem karburator, terutama dalam aspek efisiensi bahan bakar dan pengurangan emisi gas buang. Berdasarkan hasil evaluasi yang dilakukan melalui diskusi dengan peserta didik, sebanyak 85% peserta menyatakan bahwa mereka lebih memahami teknologi ini setelah mengikuti kegiatan, dibandingkan dengan hanya 40% yang memahami sebelum kegiatan dimulai.

Peningkatan keterampilan praktik

Dengan adanya sesi praktik langsung, peserta didik lebih percaya diri dalam menganalisis data dari ECU, memahami fungsi sensor injeksi, serta melakukan simulasi perbaikan sederhana. Selain pemahaman teori, kegiatan ini juga memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berlatih langsung menggunakan perangkat simulasi dan alat peraga. Beberapa hasil dari sesi praktik meliputi: 1) Kemampuan membaca parameter sistem bahan bakar elektronik melalui perangkat diagnostik (OBD Scanner), 2) Kemampuan mengidentifikasi kerusakan pada sistem injeksi bahan bakar dengan menggunakan data dari sensor dan ECU. 3) Pemahaman tentang perawatan sistem bahan bakar elektronik, seperti pentingnya membersihkan injektor dan mengganti sensor yang rusak. Dari hasil observasi selama sesi praktik, sebanyak 75% peserta didik mampu memahami dan mengoperasikan alat peraga dengan baik, meskipun masih ada sekitar 25% peserta didik yang mengalami kesulitan dalam memahami beberapa konsep teknis yang lebih kompleks. Selain itu, banyak peserta didik yang menyatakan tertarik untuk mendalami lebih lanjut teknologi ini, dan beberapa guru mengusulkan untuk mengintegrasikan materi ini ke dalam pelajaran praktik otomotif di sekolah.

Beberapa poin penting dari hasil kegiatan ini adalah sebagai berikut: dibandingkan dengan metode ceramah biasa, pendekatan yang menggabungkan simulasi, demonstrasi alat, dan diskusi interaktif terbukti lebih menarik dan lebih mudah dipahami oleh peserta didik. Media visual seperti animasi dan video sangat membantu dalam menjelaskan konsep yang kompleks, terutama bagi peserta didik yang lebih terbiasa dengan pembelajaran praktik daripada teori. Selain itu, peserta didik lebih mudah memahami konsep sistem bahan bakar elektronik ketika mereka melihat dan mencoba sendiri bagaimana ECU dan sensor bekerja. Kegiatan praktik ini juga meningkatkan rasa percaya diri peserta didik dalam menghadapi teknologi otomotif yang semakin berkembang.

Salah satu kendala yang ditemukan adalah terbatasnya jumlah alat peraga dan perangkat simulasi, sehingga tidak semua peserta didik dapat merasakan pengalaman langsung dalam setiap sesi praktik. Solusi yang dapat dilakukan di masa mendatang adalah meningkatkan jumlah alat peraga atau mengadakan sesi praktik tambahan agar seluruh siswa mendapatkan pengalaman yang sama. Berdasarkan masukan dari peserta didik dan guru, diusulkan agar kegiatan ini dilakukan secara berkala dengan topik yang lebih luas, seperti sistem kelistrikan otomotif atau teknologi hybrid dan listrik dalam kendaraan. Sebagai bagian dari dokumentasi kegiatan, seluruh sesi sosialisasi dan pelatihan didokumentasikan dalam bentuk foto yang menunjukkan proses pembelajaran, demonstrasi, dan interaksi antara tim pengabdian dan peserta didik.

Meskipun kegiatan ini berjalan dengan lancar, terdapat beberapa kendala dan hambatan yang dihadapi selama pelaksanaannya: 1) Keterbatasan alat peraga dan fasilitas: Beberapa peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami konsep sistem bahan bakar elektronik karena keterbatasan jumlah alat peraga yang tersedia. Tim pengabdian mengatasi hal ini dengan menayangkan simulasi digital dan menggunakan materi pembelajaran interaktif. 2) Variasi tingkat pemahaman peserta didik: Sebagian peserta didik memiliki pemahaman yang lebih cepat dibandingkan yang lain. Untuk mengatasi hal ini, mahasiswa sebagai fasilitator memberikan pendampingan secara lebih personal kepada peserta didik yang membutuhkan. 3) Keterbatasan waktu praktik: Waktu yang tersedia untuk sesi praktik terbatas sehingga tidak semua peserta didik bisa mendapatkan pengalaman langsung dengan alat peraga. Solusinya, tim memberikan rekaman video simulasi dan materi tambahan yang dapat dipelajari kembali oleh peserta didik setelah kegiatan. Diharapkan ada kerja sama lanjutan antara tim pengabdian dan pihak sekolah untuk memperdalam materi ini, termasuk dengan menyediakan lebih banyak alat peraga dan sesi pelatihan tambahan.

4. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini berhasil memberikan pengetahuan dan keterampilan baru bagi peserta didik SMK Muhammadiyah 2 Tegal mengenai sistem bahan bakar elektronik. Dengan pendekatan pembelajaran interaktif melalui sesi teori, simulasi digital, dan praktik langsung peserta didik dapat memahami konsep dan aplikasi teknologi ini dengan lebih baik. Meskipun terdapat kendala seperti keterbatasan alat dan waktu, solusi yang diterapkan oleh tim pengabdian dapat mengoptimalkan hasil pembelajaran. Keberhasilan kegiatan ini ditandai dengan tingginya antusiasme peserta didik dan guru, peningkatan pemahaman peserta didik. Sebagai tindak lanjut, kerja sama lebih lanjut antara tim pengabdian dan SMK Muhammadiyah 2 Tegal akan terus dilakukan untuk memastikan keberlanjutan program, dengan fokus pada penyediaan alat praktik yang lebih memadai dan sesi pelatihan tambahan bagi peserta didik serta guru. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat tentang Smart Fuel System di SMK Muhammadiyah 2 Tegal berhasil mencapai tujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan peserta didik dalam memahami sistem bahan bakar elektronik. Pembelajaran interaktif melalui teori, demonstrasi, dan praktik terbukti efektif dalam memperkuat pemahaman konsep. Disarankan agar kegiatan serupa dikembangkan lebih lanjut dengan dukungan alat peraga tambahan dan modul pembelajaran berbasis digital.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LP3M) Universitas Muhammadiyah Tegal dan pihak SMK Muhammadiyah 2 Tegal atas dukungan dan kerja sama dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Arif, N. Hidayat, and M. Y. Setiawan, "Pengaruh Pengaturan Waktu Injeksi Dan Durasi Injeksi Terhadap Brake Mean Effective Pressure Dan Thermal Efficiency Pada Mesin Diesel Dual Fuel," *INVOTEK J. Inov. Vokasional dan Teknol.*, vol. 17, no. 2, pp. 67–74, 2017, doi: 10.24036/invotek.v17i2.73.
- Lestari, D., & Wahyudi, T. (2022). Penerapan Sistem Injeksi Bahan Bakar untuk Kendaraan Berbasis Listrik. *Jurnal Energi Terbarukan*, 8(1), 33–42.
- Prasetyo, H., & Ramadhan, F. (2021). Analisis Efisiensi Bahan Bakar Elektronik Berbasis ECU. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 12(2), 45–55.
- S. F. Abidi, Pengembangan Media Pembelajaran Video Tutorial Sistem Pengapian Elektronik Esa Pada Prodi Pendidikan Teknik Otomotif FT UNY, vol. 63, no. 2. 2018.
- Setiawan, B. (2020). Sistem Bahan Bakar Elektronik pada Kendaraan Modern. Jakarta: Penerbit Teknik Otomotif.
- Wibowo, A. (2019). Teknologi Injeksi Bahan Bakar Elektronik. Bandung: Penerbit Mekanika.