E-ISSN : 3025-1311
https://journal.cib.institute/index.php/kohesi

Kohesi: Jurnal Multidisiplin Saintek
Volume 11 No 5 Tahun 2026

RANCANG BANGUN TRAINING KIT PENGENDALI KECEPATAN MOTOR BERBASIS VARIABLE FREQUENCY DRIVE UNTUK MENINGKATKAN KOMPETENSI PESERTA DIDIK

Haga Handika [1*], Fendi Achmad [2]
[1,2] Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Surabaya
E-mail: haga.22065@mhs.unesa.ac.id, fendiachmad@unesa.ac.id

ABSTRACT

This study aims to design and develop a simple, applicable Variable Frequency Drive (VFD)-based motor speed control training kit to enhance vocational high school (SMK) students' competencies. The lack of representative practical media and the high complexity of existing equipment in schools often hinder students from comprehending real-world motor speed control principles. This research utilized the Research and Development (R&D) methodology with the ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) model. The implementation was conducted through a limited trial involving 32 twelfth-grade students from the Electrical Power Installation Engineering program at SMKN 3 Surabaya, applying a One-Group Pretest-Posttest design. Expert validation results revealed that the developed training kit was categorized as "Very Feasible," achieving a material validity score of 96.00% and a media validity score of 96.32%. Based on user response questionnaires, the practicality score was 94.16%, falling under the "Very Practical" category. Regarding effectiveness, students' cognitive domain significantly improved (Sig. 0.000 < 0.05) from a pre-test average of 50.31 to a post-test average of 80.15, yielding an N-Gain score of 0.60, which falls into the Medium category. Furthermore, psychomotor performance demonstrated positive results, with an average practical score of 83.9. In conclusion, the developed VFD-based motor speed control training kit is proven to be valid, practical, and effective in enhancing both the cognitive and psychomotor competencies of students.

Keywords: Training kit, Speed drive, Variable Frequency Drive, VFD, Motor Control, Vocational High School

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan merancang dan mengembangkan training kit pengendali kecepatan motor berbasis Variable Frequency Drive (VFD) yang sederhana dan aplikatif guna meningkatkan kompetensi peserta didik SMK. Keterbatasan alat peraga yang representatif

Article History
Received: Oktober 2026
Reviewed:Oktober 2026
Published: Oktober 2026

Plagiarism Checker No 237.u873247.fh8374

Copyright : Author
Publish by : Kohesi

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

dan terlalu kompleksnya media yang ada di sekolah membuat peserta didik kesulitan memahami prinsip kerja pengendalian kecepatan motor secara nyata. Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan model pengembangan ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). Uji coba diimplementasikan pada 32 peserta didik kelas XII program keahlian Teknik Instalasi Tenaga Listrik (TITL) di SMKN 3 Surabaya dengan desain One-Group Pretest-Posttest. Hasil validasi ahli menunjukkan bahwa training kit ini dikategorikan "Sangat Layak" dengan persentase validitas materi sebesar 96,00% dan validitas media 96,32%. Berdasarkan angket respons pengguna, media ini memperoleh skor kepraktisan 94,16% dengan kriteria Sangat Praktis. Pada uji efektivitas, kompetensi ranah kognitif peserta didik meningkat secara signifikan (Sig. 0,000 < 0,05) dari rata-rata pre-test 50,31 menjadi 80,15 pada post-test, dengan skor N-Gain 0,60 yang termasuk kategori Sedang. Capaian ranah psikomotorik juga menunjukkan hasil positif dengan rata-rata nilai 83,9. Dengan demikian, training kit pengendali kecepatan motor berbasis VFD yang dikembangkan terbukti valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan kompetensi kognitif maupun psikomotorik peserta didik.

Kata Kunci: Training kit, Speed drive, Variable Frequency Drive, VFD, Kendali motor, SMK

1. PENDAHULUAN

Undang-Undang Sisdiknas Nomor 20 Tahun 2003 menyebutkan bahwa pendidikan kejuruan merupakan pendidikan menengah yang mempersiapkan peserta didik terutama untuk bekerja dalam bidang tertentu. Pendidikan vokasi, khususnya pada bidang teknik elektro dan otomasi industri, memiliki peran penting dalam menyiapkan sumber daya manusia yang kompeten menghadapi perkembangan teknologi. Salah satu kompetensi dasar yang harus dikuasai peserta didik adalah kemampuan mengendalikan motor listrik, mengingat motor induksi menjadi komponen utama pada berbagai mesin industri [1].

Untuk mendukung hal tersebut, diperlukan media pembelajaran praktik yang mampu menjembatani teori dan implementasi nyata di lapangan. Namun, proses pembelajaran masih sering menghadapi keterbatasan alat peraga yang representatif [2], sehingga peserta didik kesulitan memahami keterkaitan teori dengan implementasi nyata di lapangan. Akibatnya, sebagian peserta didik mengalami kesulitan menyerap materi, dan kondisi ini berdampak pada rendahnya kesiapan lulusan menghadapi tuntutan dunia industri yang menuntut keterampilan aplikatif dan penguasaan teknologi modern.

Pendidikan kejuruan yang sepenuhnya diselenggarakan di sekolah belum mampu menyesuaikan dengan perubahan dan perkembangan dunia kerja. Sarana dan prasarana untuk proses belajar mengajar mata diklat produktif hendaknya terus ditingkatkan dan diperbarui mengikuti perkembangan zaman [3]. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, lulusan SMK memiliki tingkat pengangguran tertinggi dibandingkan jenjang pendidikan lain pada tahun 2024, dengan Tingkat Pengangguran Terbuka lulusan SMK sebesar 9,01% [4].

Berbagai penelitian sebelumnya telah mengembangkan media pembelajaran, khususnya training kit motor listrik. Hosang dan Tumembow [5] merancang trainer PLC berbasis VSD untuk pengatur kecepatan motor listrik yang terbukti membantu mahasiswa memahami integrasi sistem kendali berbasis PLC dengan motor induksi. Namun, trainer yang telah dikembangkan cenderung memiliki desain yang kompleks sehingga terlalu rumit digunakan di bangku SMK. Kondisi ini menunjukkan kebutuhan akan trainer yang lebih sederhana, aplikatif, dan sesuai dengan karakteristik peserta didik SMK. Nelson et al. [6] mengembangkan training kit yang menekankan kepraktisan sesuai karakteristik SMK, tetapi penelitian tersebut hanya difokuskan pada uji kelayakan trainer berbasis VFD, sehingga tidak sampai pada pengujian peningkatan kompetensi peserta didik secara langsung. Dengan kata lain, sebagian besar penelitian hanya berfokus pada pengembangan produk dan pengujian kelayakan media, dan trainer yang dikembangkan umumnya ditujukan untuk mahasiswa perguruan tinggi dengan konfigurasi sistem yang relatif kompleks.

Hasil observasi awal di SMKN 3 Surabaya menunjukkan bahwa media pembelajaran praktik yang digunakan belum mampu mengakomodasi semua materi praktik sebagaimana tertera dalam Capaian Pembelajaran (CP). Guru dan peserta didik membutuhkan media praktik yang lebih aplikatif, mudah digunakan, dan relevan dengan kebutuhan lapangan kerja. Yanto et al. [7] menegaskan bahwa electric drive training kit dapat menjadi produk inovatif yang mendukung keterampilan peserta didik dalam menguasai sistem kendali motor. Penelitian yang secara khusus mengembangkan training kit VFD yang sederhana, aman, dan sesuai karakteristik peserta didik SMK, serta menguji pengaruhnya terhadap peningkatan kompetensi kognitif dan psikomotorik, masih sangat terbatas.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengisi kesenjangan tersebut melalui pengembangan training kit pengendali kecepatan motor berbasis VFD yang disesuaikan dengan kebutuhan pembelajaran di SMK. Produk yang dikembangkan mengintegrasikan perangkat industri VFD yang praktis, interaktif, dan mudah dipahami, sehingga peserta didik memperoleh pengalaman praktik yang sama dengan perangkat industri modern. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui: (1) tingkat validitas training kit menurut penilaian ahli media dan ahli materi; (2) tingkat kepraktisan training kit berdasarkan respons pengguna; dan (3) efektivitas penggunaan training kit dalam meningkatkan kompetensi (hasil belajar kognitif dan psikomotorik) peserta didik SMKN 3 Surabaya.

Landasan teori: Media pembelajaran merupakan bagian yang menyatu dari keseluruhan sistem dan proses pembelajaran [8], dan pembelajaran yang efektif dan efisien sangat bergantung pada pemilihan serta penerapan media yang tepat [9]. Training kit atau trainer merupakan media yang mampu mewakili wujud komponen dan peralatan yang sesungguhnya di dunia industri [10],

sehingga berfungsi sebagai jembatan antara teori yang abstrak dan aplikasi dunia nyata. Sebelum digunakan, training kit harus melewati pengujian validitas, praktikalitas, dan efektivitas.

Motor induksi tiga fasa banyak digunakan di industri karena konstruksinya kuat, desainnya sederhana, andal, efisien, dan perawatannya mudah [11]. Arus tiga fasa pada belitan stator menghasilkan medan magnet putar dengan kecepatan sinkron yang bergantung pada frekuensi sumber dan jumlah kutub, sebagaimana dinyatakan pada persamaan (1).

$$N_s = (120 \cdot f) / P \quad (1)$$

dengan N_s kecepatan sinkron, f frekuensi, dan P jumlah kutub. Rotor tidak pernah mencapai kecepatan sinkron karena jika itu terjadi tidak akan ada EMF terinduksi [12], sehingga $N_R < N_s$. Selisih kecepatan ini disebut slip yang dihitung dengan persamaan (2).

$$S = (N_s - N_R) / N_s \times 100\% \quad (2)$$

Variable Frequency Drive (VFD) adalah perangkat elektronik daya yang mengatur kecepatan putaran motor dengan mengubah frekuensi dan tegangan suplai ke motor, sehingga kontrol kecepatan dapat dilakukan secara halus dan efisien tanpa kehilangan torsi yang signifikan [13]. Prinsip kerjanya adalah konversi arus AC menjadi DC oleh penyearah (rectifier), kemudian diubah kembali menjadi AC berfrekuensi variabel oleh inverter. Sistem VFD umumnya terdiri atas rectifier, DC link, dan inverter; perkembangan semikonduktor seperti IGBT meningkatkan kemampuan inverter mengatur kecepatan dan torsi secara presisi [14]. Dengan mengubah frekuensi, kecepatan motor dapat diatur tanpa mengubah jumlah kutub, dan hubungan linear frekuensi-tegangan dipertahankan melalui prinsip constant V/f ratio [13]. Metode ini lebih efisien daripada pengaturan mekanis seperti gearbox atau belt drive, serta menghasilkan transisi kecepatan yang lebih halus dan mengurangi getaran.

Hasil belajar mencakup ranah kognitif, afektif, dan psikomotorik yang saling berhubungan membentuk kompetensi secara utuh [15]. Penelitian ini memfokuskan pengukuran pada ranah kognitif (pemahaman prinsip kerja VFD, konsep pengendalian kecepatan, dan prosedur pengaturan parameter) dan psikomotorik (merangkai komponen, mengoperasikan panel kontrol, dan mengikuti langkah kerja pada lembar kerja). Ranah afektif tidak diukur karena keterbatasan waktu.

Penelitian terdahulu mengembangkan trainer berbasis VFD pada konteks perguruan tinggi, efisiensi energi, atau sistem kendali berbasis PLC yang relatif kompleks [14], [5], [16], [17], pengendalian manual dengan potensiometer [18], serta uji praktikalitas pada mahasiswa [7] dan uji kelayakan di SMK [6]. Penelitian ini menghadirkan kebaruan berupa trainer VFD yang sederhana, aplikatif, dilengkapi sistem safety dan indikator, serta ditujukan khusus bagi peserta didik SMK dengan pengujian peningkatan kompetensi.

2. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian: Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D), yaitu metode untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifannya [19], dengan model pengembangan ADDIE yang terdiri atas lima tahap: analysis, design, development,

implementation, dan evaluation [20]. Produk yang dikembangkan adalah training kit pengendali kecepatan motor listrik berbasis VFD. Efektivitas diukur dengan desain eksperimen One-Group Pretest-Posttest untuk mengetahui peningkatan kompetensi peserta didik sebelum dan sesudah menggunakan training kit.

Tempat, waktu, dan subjek: Penelitian dilaksanakan di SMK Negeri 3 Surabaya pada kompetensi keahlian Teknik Instalasi Tenaga Listrik (TITL), dengan pemilihan lokasi berdasarkan observasi awal yang menunjukkan kebutuhan akan inovasi media pembelajaran motor listrik. Penelitian berlangsung bertahap pada Mei 2025 hingga Oktober 2026. Subjek uji coba terbatas adalah 32 peserta didik kelas XII TITL pada mata pelajaran Instalasi Motor Listrik (IML), tanpa kelompok kontrol.

Prosedur pengembangan: Tahap analysis meliputi analisis masalah, kepustakaan, kurikulum, dan studi lapangan melalui observasi dan wawancara dengan guru. Pembelajaran praktik di kelas XII saat itu berfokus pada instalasi motor listrik dan sistem pengendali dasar berbasis PLC, sedangkan aspek pengendalian kecepatan motor belum tergarap optimal, dan media training kit VFD yang ada dinilai terlalu kompleks dan rumit dipahami peserta didik. Sekolah menggunakan Kurikulum Merdeka dengan capaian pembelajaran elemen IML: peserta didik dapat melakukan pemasangan dan pengujian instalasi motor listrik 3 fasa dengan berbagai perangkat, instrumentasi, dan kendali.

Tahap design meliputi penyusunan diagram rangkaian, tata letak panel, dan posisi komponen utama dalam satu unit trainer, serta modul dan jobsheet yang berpedoman pada CP. Komponen utama adalah inverter Mitsubishi D720S (220 V, 0,75 kW), saklar toggle (5 unit) sebagai kontrol, potensiometer sebagai pengatur kecepatan, RPM meter dengan sensor proximity untuk mengukur kecepatan motor, dan MCB 1 fasa sebagai pengaman sumber. Tahap development meliputi perakitan training kit, uji fungsi untuk memastikan tidak ada malfungsi, validasi ahli materi dan ahli media, serta analisis data validasi (statistik deskriptif persentase) yang hasil dan sarannya menjadi acuan perbaikan produk.

Tahap implementation berupa uji coba terbatas pada satu kelompok peserta didik kelas XII SMKN 3 Surabaya dengan desain One-Group Pretest-Posttest, disertai pengumpulan angket respons dan hasil belajar melalui pretest dan posttest. Tahap evaluation meliputi analisis efektivitas melalui perbandingan pretest dan posttest (Paired Sample T-Test), perhitungan N-Gain, serta analisis deskriptif skor observasi psikomotorik, dilanjutkan identifikasi kendala dan penyusunan laporan akhir.

Instrumen dan pengumpulan data: Data dikumpulkan melalui observasi, angket, dan tes. Instrumen yang digunakan adalah: (a) angket validasi ahli media (aspek tampilan, teknik pengoperasian, dan kelayakan) yang kisi-kisinya diadaptasi dari Nelson et al. [6]; (b) angket validasi ahli materi (aspek kesesuaian dan relevansi materi); (c) angket respons peserta didik (aspek tampilan, kemudahan, manfaat, dan kualitas media; 20 butir) yang diadaptasi dari Yanto et al. [7]; (d) tes kognitif berupa 20 butir soal pilihan ganda level C2 sampai C6 yang mencakup prinsip kerja motor listrik, slip, speed drive (VFD), dan proteksi motor listrik, diadaptasi dari Herlambang et al. [21]; dan (e) lembar penilaian kinerja psikomotorik dengan empat aspek, yaitu ketepatan melaksanakan prosedur praktikum, kecepatan dan efisiensi kerja, kerapian dan

keselamatan kerja (K3), serta kemandirian dan pemecahan masalah. Seluruh angket menggunakan skala Likert 1-5. Validasi dilakukan oleh tiga validator, yaitu satu dosen Teknik Elektro Universitas Negeri Surabaya dan dua guru SMK Negeri 3 Surabaya.

Teknik analisis data: Persentase skor validasi dan kepraktisan dihitung dengan persamaan (3), dengan f jumlah skor yang diperoleh dan N skor maksimum. Persentase 81-100% dikategorikan Sangat Layak/Sangat Praktis, 61-81% Layak/Praktis, 41-60% Cukup, 21-41% Tidak, dan 0-20% Sangat Tidak.

$$p = (f \,/\, N) \times 100 \quad (3)$$

Nilai kognitif dihitung dengan P = (B/N) x 100 (B jumlah jawaban benar, N jumlah soal) dan dikategorikan Sangat Baik (80-100), Baik (65-79), Cukup (50-64), Kurang (35-49), dan Sangat Kurang (0-34). Peningkatan kognitif dihitung dengan N-Gain pada persamaan (4), dengan klasifikasi Tinggi (N-Gain ≥ 0,7), Sedang (0,3 ≤ N-Gain < 0,7), dan Rendah (N-Gain < 0,3) [22].

$$N\text{-}Gain = (S_{post} - S_{pre}) \,/\, (S_{maks} - S_{pre}) \quad (4)$$

Nilai psikomotorik dihitung dengan Np = (R/SM) x 100 dan dikategorikan Sangat Baik (81-100), Baik (61-80), Cukup (41-60), Kurang (21-40), dan Sangat Kurang (0-20). Uji normalitas menggunakan Shapiro-Wilk (sampel di bawah 50; data normal jika Sig. > 0,05), dilanjutkan Paired Sample T-Test untuk membandingkan pretest dan posttest pada subjek yang sama, serta One Sample T-Test untuk data psikomotorik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Produk hasil pengembangan: Produk berupa training kit speed drive untuk kendali kecepatan motor listrik 3 fasa yang disertai jobsheet, dikembangkan sebagai media praktik kelas XII TITL pada mata pelajaran Instalasi Motor Listrik. Training kit dimuat dalam koper plastik dengan papan rangkaian akrilik. Komponen utamanya adalah VFD Mitsubishi FR-D720S, RPM meter Autonics MP5W-4N dengan sensor proximity, push button/switch sebagai pemicu kontrol, MCB sebagai pengaman rangkaian, dan potensiometer sebagai kendali eksternal analog. Setiap komponen disusun sistematis dan diberi label. Modul praktik mengarahkan percobaan secara bertahap, mulai dari pengendalian analog hingga pengendalian secara program VFD, dengan memperhatikan aspek keselamatan dan kesehatan kerja (K3).

Validitas: Tiga validator menilai materi dan media dengan skala Likert 1-5. Seluruh aspek berkategori Sangat Layak, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil validasi ahli materi dan media

Validasi	Aspek	Skor (%)	Kriteria
Materi	Kesesuaian materi	96,00	Sangat Layak
Materi	Relevansi materi	96,00	Sangat Layak
Materi	Rata-rata keseluruhan	96,00	Sangat Layak
Media	Tampilan	97,32	Sangat Layak
Media	Teknik pengoperasian	95,98	Sangat Layak

Media	Kelayakan	95,98	Sangat Layak
Media	Rata-rata keseluruhan	96,32	Sangat Layak

Kepraktisan: Angket respons diisi oleh 32 peserta didik kelas XII TITL 1 SMK Negeri 3 Surabaya setelah praktikum. Semua aspek berkategori Sangat Praktis (Tabel 2) dengan rata-rata keseluruhan 94,16%. Skor indikator tertinggi adalah "Training kit membantu pelaksanaan praktikum menjadi lebih efektif" (96,8%), sedangkan yang terendah adalah "Media aman digunakan dan tidak menimbulkan bahaya listrik atau fisik" (89,3%), yang tetap berkategori Sangat Praktis.

Tabel 2. Hasil angket respons peserta didik

Aspek	Skor (%)	Kriteria
Tampilan media	93,88	Sangat Praktis
Kemudahan	94,50	Sangat Praktis
Manfaat	95,25	Sangat Praktis
Kualitas	93,0	Sangat Praktis
Rata-rata keseluruhan	94,16	Sangat Praktis

Efektivitas ranah kognitif: Pembelajaran dilaksanakan dalam beberapa pertemuan: pretest, kontrak belajar, materi garis besar, dan pembagian kelompok pada pertemuan pertama; perlakuan menggunakan training kit pada pertemuan kedua sampai keempat; dan posttest pada pertemuan terakhir. Tes terdiri atas 20 butir pilihan ganda. Statistik deskriptif disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Statistik deskriptif pretest dan posttest

Tes	N	Min	Maks	Rata-rata	Simpangan baku
Pretest	32	35	70	50,31	8,51
Posttest	32	65	95	80,15	7,46

Uji normalitas Shapiro-Wilk menunjukkan data pretest (statistik 0,942; Sig. 0,084) dan posttest (statistik 0,947; Sig. 0,072) berdistribusi normal karena Sig. > 0,05. Paired Sample T-Test menghasilkan selisih rata-rata -29,84 (simpangan baku 8,66), t = -19,497, df = 31, dan Sig. (2-tailed) 0,000 (< 0,05), sehingga H0 ditolak dan Ha diterima: terdapat perbedaan signifikan hasil belajar kognitif sebelum dan sesudah penggunaan training kit. Besarnya peningkatan dihitung dengan N-Gain pada persamaan (5).

$$N\text{-}Gain = (80{,}15 - 50{,}31) \,/\, (100 - 50{,}31) = 29{,}84 \,/\, 49{,}69 = 0{,}6 \qquad (5)$$

Nilai 0,6 berada pada rentang $0{,}3 \leq g < 0{,}7$ sehingga tergolong kategori Sedang, yang menunjukkan penggunaan training kit cukup efektif meningkatkan kompetensi kognitif.

Efektivitas ranah psikomotorik: Data diperoleh dari observasi kinerja peserta didik saat praktikum menggunakan training kit dan jobsheet. Nilai psikomotorik berkisar 70 sampai 100 dengan rata-rata 83,9 (simpangan baku 8,40; N = 32), yang termasuk kategori Sangat Baik. Uji normalitas Shapiro-Wilk menunjukkan data berdistribusi normal (statistik 0,953; Sig. 0,179 > 0,05). One Sample T-Test menghasilkan t = 56,514 dengan df = 31 dan Sig. (2-tailed) 0,000 (< 0,05), yang menunjukkan perbedaan signifikan hasil belajar psikomotorik; dengan demikian training kit dinyatakan efektif meningkatkan kompetensi psikomotorik peserta didik.

Kelayakan: Validasi materi menghasilkan rata-rata 96,00% (Sangat Layak), yang menunjukkan bahwa materi pada jobsheet dan modul telah selaras dengan CP dan Tujuan Pembelajaran (TP) Kurikulum Merdeka elemen Instalasi Motor Listrik, dengan kedalaman materi dan konsep dasar sistem pengendali kecepatan yang sesuai tingkat perkembangan kognitif peserta didik SMK. Validasi media menghasilkan rata-rata 96,32% (Sangat Layak). Skor tinggi ini dikarenakan training kit didesain dengan tata letak komponen yang rapi, indikator yang jelas (seperti RPM meter), portabilitas melalui koper plastik, serta standar keamanan (K3) yang memadai untuk praktikum. Hal ini sejalan dengan konsep media pembelajaran yang baik, yaitu memfasilitasi praktikum yang aman dan menyerupai komponen nyata di dunia industri, namun tetap mudah dipahami.

Kepraktisan: Tingkat kepraktisan keseluruhan mencapai 94,16% (Sangat Praktis), dengan persentase tertinggi pada aspek kemudahan penggunaan dan manfaat media. Temuan ini menjawab permasalahan awal bahwa peserta didik kesulitan memahami prinsip kerja motor listrik karena media yang ada terlalu rumit. Dengan desain yang disederhanakan dan jobsheet yang jelas, peserta didik dapat melakukan wiring, mengenali fungsi setiap komponen, dan mengamati secara langsung hubungan antara perubahan frekuensi dan kecepatan putaran motor.

Efektivitas: Pada ranah kognitif, rata-rata nilai meningkat dari 50,31 pada pretest menjadi 80,15 pada posttest, dengan Sig. 0,000 (< 0,05) pada Paired Sample T-Test dan N-Gain 0,6 (Sedang). Peningkatan ini menunjukkan bahwa training kit VFD membantu peserta didik memvisualisasikan konsep abstrak, seperti pengaturan slip, torsi, dan frekuensi, menjadi pengalaman belajar yang lebih konkret. Pada ranah psikomotorik, rata-rata nilai observasi kinerja sebesar 83,9 dengan Sig. 0,000 (< 0,05) pada One Sample T-Test, yang menunjukkan media ini efektif meningkatkan keterampilan praktik. Peserta didik mampu melaksanakan prosedur praktikum secara mandiri, merangkai wiring dengan tepat, mengatur parameter pada inverter Mitsubishi FR-D720S, dan mematuhi prinsip K3 dengan baik.

Secara keseluruhan, training kit yang dikembangkan terbukti valid, praktis, dan efektif. Produk ini menjembatani kesenjangan antara teori dan implementasi industri, sehingga tidak hanya memfasilitasi pemahaman konsep kognitif tetapi juga mengasah keterampilan psikomotorik yang krusial bagi kesiapan lulusan SMK menghadapi dunia kerja.

KESIMPULAN

Kesimpulan dan Saran: Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan training kit pengendali kecepatan motor berbasis VFD di SMKN 3 Surabaya, dapat disimpulkan bahwa: (1) training kit dinyatakan Sangat Layak sebagai media pembelajaran, dengan validasi ahli materi rata-rata 96,00% dan validasi ahli media rata-rata 96,32%, serta dinilai sesuai dengan CP dan memiliki

desain fisik dan teknis pengoperasian yang aman dan tepat; (2) training kit dinyatakan Sangat Praktis berdasarkan respons peserta didik dengan rata-rata keseluruhan 94,16%, karena dinilai menarik, mudah digunakan, dan membantu memvisualisasikan cara kerja pengendali kecepatan motor induksi; dan (3) penggunaan training kit efektif meningkatkan kompetensi kognitif dan psikomotorik, dengan kenaikan rata-rata nilai kognitif dari 50,31 (pretest) menjadi 80,15 (posttest), N-Gain 0,6 (kategori Sedang), rata-rata nilai praktik psikomotorik 83,9, dan perbedaan yang signifikan pada pengujian statistik.

Saran bagi guru dan sekolah adalah memanfaatkan training kit VFD sebagai media praktik alternatif pada mata pelajaran Instalasi Motor Listrik (IML); karena terbukti praktis dan aman, penggunaannya dapat diperluas untuk mendemonstrasikan aplikasi industri nyata di bengkel sekolah. Bagi peserta didik, diharapkan selalu mematuhi instruksi pada jobsheet dan memperhatikan K3 selama praktikum agar eksplorasi fungsi VFD berjalan optimal dan aman. Bagi peneliti selanjutnya, training kit dapat dikembangkan dengan integrasi teknologi yang lebih modern, seperti antarmuka HMI atau pengendalian berbasis PLC, serta penambahan instrumen penilaian ranah afektif yang belum dilakukan pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Maryadi, T. H. T., Wardhana, A. S. J., Damarwan, E. S., & Sukisno, T. (2021). Performance of Frequency Regulation on Power in the Development of Variable Speed Drive Training Kit as a Learning Media for Motor Control Practices. Journal of Physics: Conference Series, 2111(1). https://doi.org/10.1088/1742-6596/2111/1/012036

[2] Abdurrahman, M., Anna, H., & Ikhsan, M. (2025). Design of a One-Phase Induction Motor Forward and Reverse Trainer for The Electrical Motor Control Practicum Course. 9(2), 168–178. https://doi.org/10.22373/crc.v9i2

[3] Farra, S. (2022). Pengaruh Praktik Kerja Industri dan Hasil Belajar Mata Diklat Produktif terhadap Kesiapan Kerja Siswa Kelas XII SMK Negeri 8 Muaro Jambi. Jurnal EduSosial, 2(1). https://doi.org/10.22437/jeso.v2i1.21538

[4] Badan Pusat Statistik. (2025). Keadaan Ketenagakerjaan Indonesia Februari 2025. Badan Pusat Statistik.

[5] Hosang, D. P., & Tumembow, M. N. (2025). Rancang Bangun Trainer Kit Praktikum Pengendalian Putaran Motor Tiga Fasa dengan VFD Berbasis PLC Outseal dan HMI dengan Implementasi Sepuluh Tombol. Jurnal Masina Nipake.

[6] Nelson, R., Aulia, M., Sembiring, R., & Hizkia, F. (2025). Design and Construction of a Variable Speed Drive Trainer as a Learning Medium for Electric Motor Installation at SMKS Sinar Husni 2 TR Labuhan Deli. 9(2), 7–8. https://doi.org/10.22373/crc.v9i2.31297

[7] Yanto, D. T. P., Candra, O., Dewi, C., Hastuti, H., & Zaswita, H. (2022). Electric drive training kit sebagai produk inovasi media pembelajaran praktikum mahasiswa pendidikan vokasi: Analisis uji praktikalitas. JINoP (Jurnal Inovasi Pembelajaran), 8(1), 106–120. https://doi.org/10.22219/jinop.v8i1.19676

[8] Daniyati, A., Saputri, I. B., & Wijaya, R. (2023). Konsep dasar media pembelajaran. Journal of Student.

[9] Husna, K., & Supriyadi, S. (2023). Peranan manajemen media pembelajaran untuk meningkatkan motivasi belajar siswa. Al-Mikraj Jurnal Studi Islam dan Humaniora, 4(1), 981–990.
[10] Uyun, I., & Myori, D. E. (2021). Efektivitas Penerapan Trainer sebagai Media Pembelajaran Dasar Listrik Elektronika. Jurnal Pendidikan Teknik Elektro, 2(1), 47–51. https://doi.org/10.24036/jpte.v2i1.65
[11] Diantoro, S., Nugroho, D., & Nugroho, A. A. (2024). Analisa pengaruh perubahan frekuensi dan tegangan terhadap efisiensi motor induksi tiga fasa menggunakan MATLAB Simulink. Elektrika.
[12] Issetyorini, A., & Antono, D. (2012). Gaya Gerak Listrik pada Motor AC. Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang, 3–6.
[13] Harahap, C. R., Setyawan, F. X. A., & Nasution, R. A. (2023). Pengendalian Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa dengan Sumber Panel Surya. Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, 11(3), 8.
[14] Albillah, M. F. (2023). Perancangan Trainer PLC dan VSD untuk Starting Motor Listrik dalam Mata Kuliah Pengendalian Mesin Listrik. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
[15] Ulfah, U., & Arifudin, O. (2021). Pengaruh aspek kognitif, afektif, dan psikomotor terhadap hasil belajar peserta didik. Jurnal Al-Amar.
[16] Moody, T., Silvy, D., & Apriyantho, R. (2025). Rancang Bangun Trainer Kit Pengendali Putaran Motor AC 3 Fasa dengan VFD Berbasis PLC Omron dan HMI dengan Operasi Dua Tombol. Jurnal Masina Nipake, 5(1), 110–120.
[17] Teekell, C. R., Hilaire, P. P., & Donald, M. J. (2019). A Variable Frequency Drive Trainer for use in a University Agricultural Electricity Course. Journal of Agricultural Systems, Technology, and Management, 30(January), 1–9.
[18] Dewi, C., Yanto, D. T. P., Candra, O., & Fahlefi, M. (2023). Trainer Kendali Motor Induksi Menggunakan Variable Frequency Drive: Pengujian Jog Dial dan External Potentio Meter. JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia, 4(1), 364–375. https://doi.org/10.24036/jtein.v4i1.403
[19] Ali, M., A S J, W., E S, D., Muhfizaturrahmah, Yuniarti, & W.S, B. (2021). Design and implementation of trainer kit for hybrid on-grid solar power generation system. Journal of Physics, 1737, 9. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1737/1/012002
[20] Branch, R. M. (2009). Instructional design: The ADDIE approach. Springer.
[21] Herlambang, D. W., Rijanto, T., Joko, & Fransisca, F. (2025). Pengembangan jobsheet sebagai media pembelajaran praktikum training kit basic motor starter packs, DOL, and speed drive untuk meningkatkan hasil belajar. 15.
[22] Kiki, A. F., Endryansyah, Joko, & Agung, A. I. (2020). Kepraktisan media pembelajaran berbasis web untuk menunjang e-learning pada mata pelajaran instalasi motor di SMK. Jurnal Pendidikan Teknik Elektro, 9(03), 675–683.