

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN SIMULASI VFD (VARIABLE FREQUENCY DRIVE) BERBASIS CX-PROGRAMMER UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN PSIKOMOTORIK DI SMK NEGERI 1 SIDAYU

Fito Arya Wardana

Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik,
Universitas Negeri Surabaya
fitoarya.21017@mhs.unesa.ac.id

Fendi Achmad

Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik,
Universitas Negeri Surabaya
Fendiachmad@unesa.ac.id

Nur Kholis

Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik,
Universitas Negeri Surabaya
nurkholis@unesa.ac.id

Puput Wanarti Rusimamto

Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik,
Universitas Negeri Surabaya
puputwanarti@unesa.ac.id

Abstrak

Permasalahan dalam pembelajaran praktik sistem kendali motor listrik di SMK menunjukkan bahwa peserta didik masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep kerja *Variable Frequency Drive*, khususnya dalam aspek keterampilan psikomotorik. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan media praktik yang representatif terhadap kondisi industri. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran berbasis simulasi *Variable Frequency Drive* yang terintegrasi dengan perangkat lunak CX-Programmer guna meningkatkan keterampilan psikomotorik peserta didik pada kompetensi instalasi motor listrik di SMK Negeri 1 Sidayu, Gresik. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Research and Development* dengan model pengembangan terstruktur. Media dirancang menyerupai kondisi sistem kendali industri agar peserta didik dapat belajar secara interaktif dan aplikatif. Uji validitas dilakukan oleh tiga ahli, yaitu ahli materi, ahli media, dan praktisi pembelajaran, yang menghasilkan nilai validasi sebesar 92% dan termasuk dalam kategori sangat valid. Kepraktisan media diuji melalui penyebaran angket kepada peserta didik setelah penggunaan media, dengan rata-rata skor 86%, dikategorikan sangat praktis. Efektivitas media dianalisis menggunakan *one-sample t-test*, dengan nilai signifikansi 0,001 kurang dari 0,05, yang menunjukkan adanya peningkatan signifikan terhadap keterampilan psikomotorik peserta didik setelah menggunakan media. Dengan demikian, hasil penelitian menyimpulkan bahwa media pembelajaran berbasis simulasi *Variable Frequency Drive* dengan dukungan CX-Programmer terbukti valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan keterampilan psikomotorik siswa. Media ini layak digunakan sebagai alternatif pembelajaran berbasis teknologi industri di SMK dan berpotensi mendukung pencapaian kompetensi secara optimal sesuai dengan kebutuhan dunia kerja saat ini.

Kata Kunci: media pembelajaran, simulasi, *variable frequency drive*, CX-programmer, psikomotorik

Abstract

Problems in learning the practical application of electric motor control systems in vocational schools show that students still have difficulty understanding the concept of variable frequency drives, especially in terms of psychomotor skills. This is due to the limited availability of practical media that accurately represent industrial conditions. This study aims to develop simulation-based learning media for Variable Frequency Drives integrated with CX-Programmer software to enhance students' psychomotor skills in electric motor installation competencies at SMK Negeri 1 Sidayu, Gresik. The approach used in this study is the Research and Development method with a structured development model. The media was designed to resemble industrial control system conditions so that students could learn interactively and practically. Validity testing was conducted by three experts: a subject matter expert, a media expert, and a learning practitioner, resulting in a validity score of 92% and categorized as highly valid. The practicality of the media was tested through a questionnaire distributed to students after using the media, with an average score of 86%, categorized as highly practical. The effectiveness of the media was analyzed using a one-sample t-test, with a significance value of 0.001 less than 0.05, indicating a significant improvement in students' psychomotor skills after using the media. Thus, the research results conclude that the simulation-based learning media for Variable Frequency Drive with CX-Programmer support is proven to be valid, practical, and effective in enhancing students' psychomotor skills. This media is suitable for use as an alternative technology-based learning tool in vocational schools and has the potential to support the optimal achievement of competencies in line with current workplace need.

Keywords: Learning Media, Simulation, VFD, CX-Programmer, Psychomotor.

PENDAHULUAN

Perubahan zaman yang cepat menuntut dunia pendidikan untuk terus beradaptasi, terlebih di era industri 4.0 yang sangat bergantung pada teknologi otomasi dan kontrol. Di tengah derasnya arus transformasi ini, SMK sebagai lembaga pendidikan vokasi diharapkan tidak hanya mengajarkan teori, tetapi juga memberikan perbekalan peserta didik dengan kemampuan taktis dalam hal ini keterampilan praktis yang relevan dengan kebutuhan industri.

Salah satu teknologi yang kini menjadi kebutuhan mendasar di dunia industri adalah *Variable Frequency Drive* (VFD). VFD berperan penting dalam mengatur kecepatan motor listrik dan menjadi bagian utama dalam sistem otomasi modern. Bagi siswa jurusan Teknik Instalasi Tenaga Listrik (TITL), pemahaman dan keterampilan dalam mengoperasikan VFD menjadi modal penting sebelum terjun ke dunia kerja. Namun, di banyak sekolah, termasuk di SMK Negeri 1 Sidayu, praktik langsung penggunaan VFD masih terbatas. Media pembelajaran yang tersedia masih cenderung bersifat teoritis, sementara perangkat praktik yang sesuai standar industri belum sepenuhnya tersedia.

Di sisi lain, pemerintah melalui Kurikulum Merdeka sudah memberikan ruang lebih besar kepada guru dan sekolah untuk berinovasi dalam pembelajaran. Salah satu pendekatan yang sangat relevan dengan kondisi tersebut adalah penggunaan media simulasi berbasis perangkat lunak. Salah satunya adalah CX-Programmer, bagian dari CX-One milik Omron, yang memungkinkan siswa untuk belajar pemrograman PLC serta memahami pengoperasian VFD dalam bentuk simulasi digital.

Simulasi ini bukan sekadar pengganti alat praktik, tapi bisa menjadi jembatan pembelajaran yang membuat siswa lebih percaya diri dan aman dalam mengeksplorasi sistem kontrol motor. Melalui tampilan visual dan interaktif, siswa bisa lebih mudah memahami cara kerja VFD sekaligus melatih keterampilan psikomotorik mereka secara terarah. Dengan demikian, media semacam ini dapat menjawab tantangan keterbatasan sarana sekaligus mendukung implementasi Kurikulum

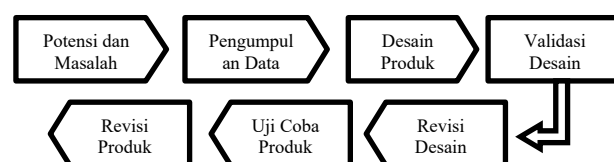
Merdeka yang berorientasi pada pengalaman belajar nyata.

Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa penggunaan media simulasi dalam pembelajaran teknik terbukti mampu meningkatkan keterampilan siswa. Namun, masih sangat sedikit penelitian yang secara spesifik mengembangkan media pembelajaran VFD berbasis CX-Programmer, dan mengujinya dalam konteks pendidikan vokasi di SMK. Maka dari itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi media pembelajaran simulasi VFD berbasis CX-Programmer, sekaligus menilai kevalidan, kepraktisan, dan efektivitasnya dalam meningkatkan keterampilan psikomotorik siswa SMK.

METODE

Penelitian yang dilakukan menggunakan pendekatan yang biasa digunakan untuk menciptakan produk baru atau yang lebih dikenal dengan metode *research and development (R&D)*, metode ini bertujuan menghasilkan produk atau mengembangkan sebuah media atau alat, penelitian pengembangan untuk menemukan pengetahuan atas permasalahan praktis (Sumarni, 2019) dalam hal ini adalah menghasilkan produk media pembelajaran berupa simulasi *Variable Frequency Drive (VFD)* berbasis CX-Programmer.

Prosedur yang dilakukan untuk mempermudah peneliti yaitu mengadaptasi dari metode yang dikembangkan oleh (Sugiyono, 2013). Dimulai dari potensi dan masalah sampai dengan produksi masal yang disederhakan oleh peneliti yang hal tersebut dijelaskan pada Gambar 1.



Gambar 1. Prosedur Penelitian dan Pengembangan
(Sumber: Sugiyono, 2013:138)

Gambar 1 menunjukkan alur dari penelitian dan pengembangan yang dilakukan oleh peneliti

terdiri dari 7 tahapan, studi kasus terhadap potensi dan masalah yang ada, proses pengumpulan data, tahapan desain produk sesuai keinginan, validasi desain oleh para ahli, revisi desain dari evaluasi validator, uji coba produk dengan metode eksperimen, dan revisi produk untuk menuju produk final. Proses ini bersifat iteratif, di mana hasil dari validasi dapat langsung diperbaiki melalui revisi desain sebelum dilanjutkan ke tahap uji coba. Setelah uji coba dilakukan, produk kembali direvisi agar lebih optimal dan layak digunakan sebagai media pembelajaran.

Sampel dalam penelitian ini adalah peserta didik kelas XII Teknik Instalasi Tenaga Listrik (TITL) 1 di SMK Negeri 1 Sidayu, Kabupaten Gresik, yang berjumlah 32 orang. Teknik pengambilan sampel menggunakan purposive sampling, karena dipilih secara sengaja berdasarkan kriteria tertentu, yaitu siswa yang telah mempelajari materi instalasi motor listrik dan siap mengikuti uji coba media pembelajaran simulasi VFD berbasis CX-Programmer.

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan berbagai instrumen penelitian yang disusun untuk mengukur tiga aspek utama yaitu validitas, kepraktisan, dan efektivitas media pembelajaran. Instrumen tersebut meliputi (1) lembar validasi ahli yang diberikan kepada tiga validator untuk menilai kelayakan bahan ajar, job sheet, dan media simulasi (2) angket respons peserta didik yang digunakan untuk menilai tingkat kepraktisan media berdasarkan pengalaman belajar mereka dan (3) tes uji keterampilan psikomotorik, yang digunakan untuk mengukur performa siswa dalam praktik simulasi setelah menggunakan media. Dengan demikian, seluruh data yang dikumpulkan melalui instrumen tersebut menjadi dasar untuk menilai keberhasilan pengembangan media pembelajaran berbasis CX-Programmer secara objektif dan terukur.

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan secara kuantitatif deskriptif dan inferensial untuk menilai validitas, kepraktisan, dan efektivitas media pembelajaran. Pertama, data dari lembar validasi ahli dianalisis menggunakan rumus persentase, kemudian dikategorikan ke dalam tingkat kevalidan (sangat valid, valid, kurang

valid, tidak valid) berdasarkan skor rata-rata..

Tabel 1. Kriteria Penilaian Validitas Instrumen

Kriteria Penilaian	Bobot Nilai
Sangat Valid	4
Valid	3
Tidak Valid	2
Sangat Tidak Valid	1

(Sumber:Sari dkk., 2016)

Setiap aspek yang dinilai (seperti materi, bahasa, tampilan, kesesuaian tujuan, dll.) dijabarkan dalam bentuk butir pernyataan pada lembar validasi. Jumlah total skor yang diberikan oleh validator kemudian dihitung dengan rumus (1).

$$\text{Skor Akhir}(\%) = \frac{\text{Jumlah Skor}}{\text{Jumlah skor maksimal}} \times 100 \quad (1)$$

(Sumber:Sari dkk., 2016)

Setelah mendapatkan hasil skor akhir berupa presentase maka hasil tersebut diklasifikasikan dengan Tabel 2.

Tabel 2.Kategori Rating Skor

No	Hasil Rating	Kriteria
1.	82% - 100%	Sangat Valid
2.	63% - 81%	Valid
3.	44% - 62%	Tidak Valid
4.	25% - 43%	Sangat Tidak Valid

(Sumber:Sari dkk., 2016)

Setiap validator memberi skor per butir pernyataan, lalu hasilnya dijumlahkan. Hasil penilaian dari semua validator dirata-rata, lalu dikonversi ke dalam bentuk persentase dan dibandingkan dengan kriteria di atas untuk menentukan kategori rating akhir. Kedua, data dari angket respons peserta didik dihitung persentasenya untuk mengetahui tingkat kepraktisan media, dengan kategori penilaian yang sama hanya saja berbeda dalam narasi kriteria yang diubah disesuaikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria Penilaian Responden

Kriterian Penilaian	Skor
Sangat Setuju	4
Setuju	3
Tidak Setuju	2
Sangat Tidak Setuju	1

(Sumber:Sari dkk., 2016)

Penilaian kepraktisan diperoleh dari hasil kuesioner respon peserta didik yang bertujuan

untuk mengetahui presentase kepraktisan modul ajar. Presentase. Kepraktisan bisa dihitung menggunakan rumus (2).

$$P = \frac{\sum x}{\sum x1} \times 100\% \quad (2)$$

(Sumber:Sari dkk., 2016)

Keterangan :

P = Presentase

$\sum x$ = Jumlah skor jawaban responden

$\sum x1$ = Jumlah skor maksimal

100% = Konstanta

Setelah presentase kepraktisan diketahui untuk mendeskripsikan tingkat kepraktisan modul ajar dapat dikategorikan dengan melihat tabel 4.

Tabel 4. Kriteria Hasil Rating Respon Angket

No	Hasil Rating	Kriteria
1.	82% - 100%	Sangat Valid
2.	63% - 81%	Valid
3.	44% - 62%	Tidak Valid
4.	25% - 43%	Sangat Tidak Valid

(Sumber:Sari dkk., 2016)

Ketiga, untuk menguji efektivitas, menggunakan (*one-sample t-test*) analisis ini dipermudah dengan bantuan software SPSS, untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan pada hasil keterampilan psikomotorik peserta didik setelah menggunakan media simulasi VFD. Teknik ini dipilih karena sesuai untuk mengukur dampak perlakuan dalam desain *one-shot case study*.

Sebelum dilakukan uji-t, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas sebagai prasyarat uji statistik parametrik. Uji normalitas bertujuan untuk memastikan bahwa data hasil observasi keterampilan psikomotorik berdistribusi normal. Uji ini dilakukan menggunakan *Kolmogorov-Smirnov Test* melalui SPSS. Jika nilai signifikansi (*Asymp. Sig.*) lebih besar dari 0,05, maka data dianggap berdistribusi normal dan memenuhi syarat untuk dilanjutkan ke tahap uji-t. Dengan demikian, proses analisis efektivitas dilakukan secara sistematis dan sesuai dengan standar pengujian statistik.

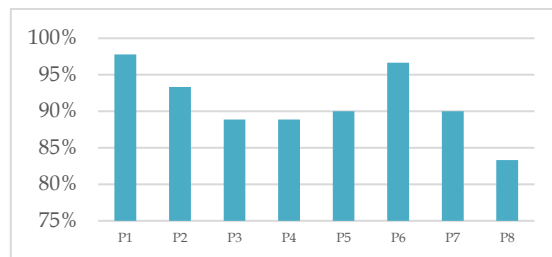
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dan pengembangan ini menghasilkan produk berupa bahan ajar, jobsheet, dan media pembelajaran yang digunakan sebagai alat bantu proses pembelajaran.

1. Analisis Validasi

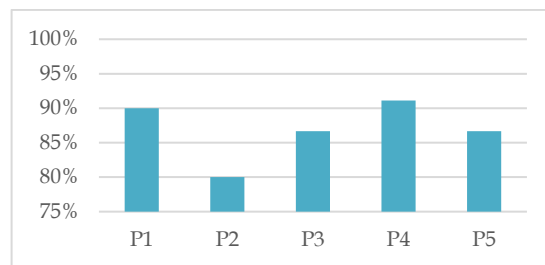
Validasi dilakukan oleh para ahli dibidang pendidikan dengan rincian seorang dosen

Univeritas Negeri Surabaya dan 2 guru jurusan di SMK Negeri 1 Sidayu yang menvalidasi ketiga instrumen yang ada, hasil validasi bahan ajar bisa dilihat pada Gambar 2.



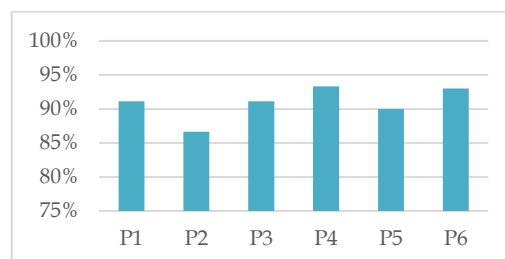
Gambar 2. Hasil Validasi Bahan Ajar

Gambar 2 dijelaskan P1 sampai dengan P8 perwakilan dari indikator yang ada untuk menentukan valid atau tidaknya bahan ajar, dapat dilihat pada grafik tersebut dari 8 indikator berbeda didapatkan nilai diatas 80 persen jika dirata-rata mendapatkan hasil 93,75 persen yang berarti masuk kategori sangat valid. Sementara itu hasil validasi media pembelajaran disajikan pada gambar Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Validasi Media Pembelajaran

Gambar 3 menyajikan data hasil validasi media pembelajaran dengan 5 indikator yang diwakilkan oleh P1 sampai dengan P5 dengan hasil rata-rata berada diangka 88,75 persen dihitung dari kelima indikator dengan skor terendah diangka 80 persen pada P2 ini menyatakan jika hasil validasi berada di kategori sangat valid. Sedangkan hasil dari validasi jobsheet tersaji pada Gambar 4.

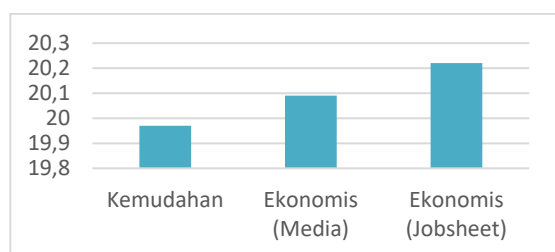


Gambar 4. Hasil Validasi Jobsheet

Dari Gambar 4 bisa diambil kesimpulan jika validasi *jobsheet* dengan indikator yang mewakili mendapatkan nilai terendah sekitar 85 persen dengan begitu rerata yang dihitung menjadi sebesar 93,75 persen dari total indikator yang dijumlahkan memastikan bahwa hasil tersebut sangat valid.

2. Analisis Hasil Kepraktisan

Data hasil kepraktisan didapatkan dari angket respon siswa yang disebar setelah proses kegiatan pembelajaran, menurut Nieveen (1999) hasil kepraktisan dapat diambil dari respon peserta didik maupun respon dari guru, hasil dari angket respon siswa ini dipaparkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Analisis Uji Kepraktisan

Hasil analisis menunjukkan masing masing indikator yang mewakili memiliki besaran nilai yang jika dirata-rata dan dijadikan bentuk presentase senilai 80 persen yang artinya masuk dalam kategori praktis sesuai.

3. Analisis Keefektifan

Pengujian efektivitas media dilakukan dengan menggunakan uji-t satu sampel (*one-sample t-test*) terhadap nilai keterampilan psikomotorik peserta didik setelah menggunakan media simulasi VFD berbasis CX-Programmer. Sebanyak 32 peserta didik dijadikan sampel, dan skor keterampilan mereka dianalisis menggunakan software SPSS. Sebelum uji-t dilakukan, dilakukan terlebih dahulu uji normalitas menggunakan metode *Kolmogorov-Smirnov*, hasil dari pengujian pra syarat dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 5. Hasil Uji Normalitas

<i>Tests of Normality</i>			
Rata-Rata psikomotorik	<i>Kolmogorov-Smirnov^a</i>		
	<i>Statistic</i>	<i>df</i>	<i>Sig.</i>
	.111	32	.200

Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data hasil psikomotorik siswa berdistribusi

normal, dengan nilai signifikansi *Kolmogorov-Smirnov* sebesar 0,200 sehingga dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi normal dan memenuhi syarat untuk dilanjutkan ke uji parametrik. Selanjutnya pada uji sampel t-test didapatkan 3 test yang berbeda yang nantinya akan menjadi data yang hasilnya bisa dilihat pada Tabel 4.

Tabel 6. Analisis One Sample T-Test

<i>One Sample Test</i>			
Rata-Rata Psikomotorik	<i>95% Confidence interval of the difference</i>		
	<i>Mean difference</i>	<i>Lower</i>	<i>Upper</i>
	86.38500	85,49	87,28

Hasil uji one sample t-test menunjukkan bahwa rata-rata nilai psikomotorik siswa sebesar 86,385 berbeda secara signifikan dari nilai pembandingan 0, dengan nilai signifikansi lebih kecil dari 0,001 dan interval kepercayaan 95 persen berada antara 85,490 hingga 87,280. Ini berarti kemampuan psikomotorik siswa berada pada kategori sangat baik dan perbedaan tersebut bukan terjadi secara kebetulan. Dengan demikian, media pembelajaran simulasi yang dikembangkan dinyatakan efektif dalam meningkatkan keterampilan psikomotorik peserta didik, khususnya dalam praktik pemrograman dan pengoperasian VFD. Hasil ini mendukung asumsi bahwa media simulatif berbasis pemrograman industri dapat memfasilitasi pembelajaran praktik dengan lebih optimal, aman, dan efisien.

PENUTUP

Simpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa media pembelajaran simulasi Variable Frequency Drive (VFD) berbasis CX-Programmer yang dikembangkan melalui metode Research and Development (R&D) terbukti sangat valid dengan skor rata-rata 92,08 persen, sangat praktis dengan persentase 86 persen, serta efektif berdasarkan hasil uji-t yang menunjukkan adanya peningkatan signifikan keterampilan psikomotorik peserta didik (sig. 0,000 lebih kecil dari 0,05). Dengan demikian, media ini dinyatakan layak digunakan sebagai alat bantu pembelajaran pada kompetensi instalasi motor listrik di SMK.

Saran

Ditinjau dari hasil penelitian yang tersedia, disarankan agar media pembelajaran simulasi VFD berbasis CX-Programmer ini digunakan secara lebih luas dalam kegiatan pembelajaran praktik di SMK, terlebih pada mata pelajaran instalasi motor listrik atau kontrol motor. Guru dapat memanfaatkan media ini sebagai alternatif pembelajaran berbasis simulasi untuk mengatasi keterbatasan alat praktik di laboratorium. Selain itu, penelitian lanjutan disarankan untuk mengembangkan media sejenis pada kompetensi keahlian lain yang melibatkan sistem kendali berbasis industri, serta mengintegrasikan aspek kognitif dan afektif agar hasil belajar peserta didik dapat meningkat secara menyeluruh.

DAFTAR PUSTAKA

- Nieveen, N. (1999). Prototyping to Reach Product Quality. In *Design Approaches and Tools in Education and Training*. Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-011-4255-7_10
- Sari, F. K., Farida, F., & Syazali, M. (2016). Pengembangan Media Pembelajaran (Modul) berbantuan Geogebra Pokok Bahasan Turunan. *Al-Jabar : Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(2), 135–152. <https://doi.org/10.24042/ajpm.v7i2.24>
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan RnD : Teknik Pengumpulan Data*. Bandung : Alfabeta.
- Sumarni, S. (2019). *Model Penelitian dan Pengembangan (R&D) Lima Tahap (Mantap)*. Yogyakarta: Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.