

Pengembangan Virtual Testing Station untuk Peningkatan Kompetensi Kognitif Pemrograman OUTSEAL PLC Kelas XI Program Keahlian Teknik Mekatronika SMKN 1 Bawang Banjarnegara

Agus Wibowo¹⁾, Ariana Azimah²⁾

¹⁾ Teknik Elektro Fakultas Teknik dan Sains Universitas Nasional DKI Jakarta Indonesia

²⁾ Teknik Informatika Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika Universitas Nasiona DKI Jakarta

email : Email: agg_wibi@yahoo.com¹⁾, ariana@civitas.unas.ac.id²⁾

Abstrak-Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi efektivitas *Virtual Testing Station* dalam meningkatkan kompetensi kognitif pemrograman PLC (Programmable Logic Controller) pada siswa kelas XI Program Keahlian Teknik Mekatronika di SMKN 1 Bawang Banjarnegara. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian pengembangan (Research and Development) dengan model Waterfall menurut Pressman dan ADDIE menurut Branch.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) *Virtual Testing Station* yang dikembangkan mampu mereplikasi proses kerja perangkat keras testing station secara virtual, menyediakan simulasi interaktif untuk pemrograman PLC; (2) Berdasarkan evaluasi oleh ahli materi, ahli media, dan pengguna, perangkat lunak ini dinilai sangat layak sebagai media pembelajaran, dengan rata-rata nilai 79,86; (3) Implementasi media pembelajaran ini meningkatkan kompetensi kognitif siswa, terbukti dari peningkatan nilai tes kognitif dari pretest sebesar 53,7 menjadi posttest sebesar 62,79, dengan perbedaan yang signifikan pada taraf signifikansi 5%.

Kesimpulannya, *Virtual Testing Station* efektif sebagai media pembelajaran dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap pemrograman PLC, serta dapat menjadi alternatif praktikum yang efisien dan hemat biaya di lingkungan pendidikan SMK.

Kata Kunci: Virtual Testing Station, Pemrograman PLC, Kompetensi Kognitif, SMKN 1 Bawang Banjarnegara

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi industri yang pesat menuntut peningkatan kualitas pendidikan vokasional, khususnya dalam bidang Teknik Mekatronika. Salah satu kompetensi utama yang harus dikuasai oleh siswa adalah pemrograman Programmable Logic Controller (PLC), yang menjadi dasar dalam otomasi industri. Namun, keterbatasan fasilitas laboratorium dan tingginya biaya peralatan praktikum menjadi tantangan dalam proses pembelajaran di SMK.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini mengembangkan *Virtual Testing Station* sebagai media pembelajaran alternatif yang memungkinkan siswa untuk melakukan simulasi pemrograman PLC secara virtual. Dengan menggunakan model pengembangan Waterfall menurut Pressman dan model desain instruksional ADDIE menurut Branch, perangkat lunak ini dirancang untuk mereplikasi proses kerja perangkat keras testing station secara virtual, sehingga siswa dapat memahami konsep dan logika pemrograman PLC tanpa memerlukan perangkat fisik.

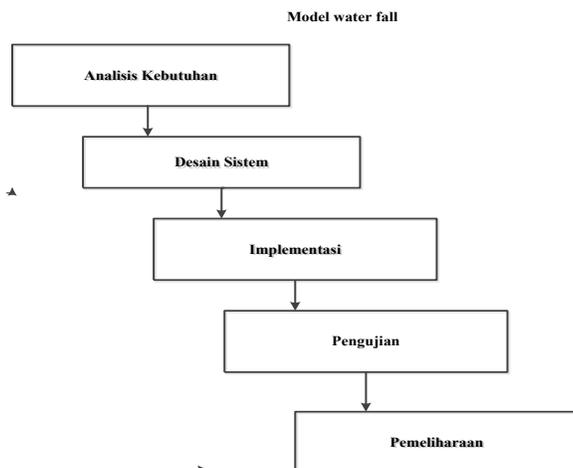
Evaluasi kelayakan perangkat lunak ini dilakukan melalui penilaian oleh ahli materi, ahli media, dan pengguna, dengan hasil rata-rata nilai 79,86 yang menunjukkan kategori sangat layak. Selain itu, implementasi *Virtual Testing Station* dalam pembelajaran menunjukkan peningkatan kompetensi kognitif siswa, dibuktikan dengan peningkatan nilai tes kognitif dari pretest sebesar 53,7 menjadi posttest sebesar 62,79, dengan perbedaan yang signifikan pada taraf signifikansi 5%.

Dengan demikian, *Virtual Testing Station* terbukti efektif sebagai media pembelajaran dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap pemrograman PLC, serta dapat

menjadi solusi praktikum yang efisien dan hemat biaya di lingkungan pendidikan SMK.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini mengadopsi pendekatan **Research and Development (R&D)** dengan mengintegrasikan dua model pengembangan, yaitu **Waterfall** menurut Pressman dan **ADDIE** menurut Branch, untuk menghasilkan dan mengevaluasi efektivitas *Virtual Testing Station* dalam meningkatkan kompetensi kognitif pemrograman OUTSEAL PLC pada siswa kelas XI Program Keahlian Teknik Mekatronika di SMKN 1 Bawang Banjarnegara.



Gambar 1. Gambar Metode Penelitian Model Waterfall

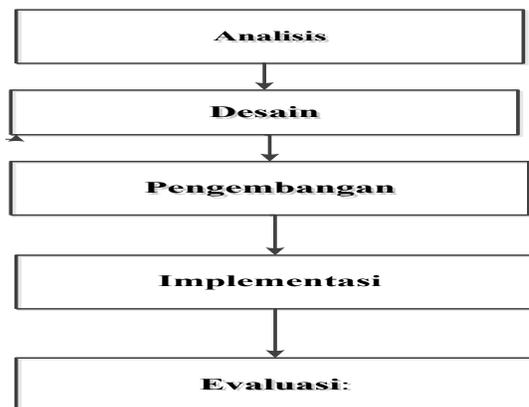
1. Model Waterfall

Model Waterfall digunakan untuk merancang dan mengembangkan perangkat lunak secara sistematis melalui tahapan linier berikut:

- Analisis Kebutuhan:** Mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran dan kendala praktikum yang ada di SMKN 1 Bawang Banjarnegara.
- Desain Sistem:** Menyusun spesifikasi teknis dan desain antarmuka pengguna (*user interface*) dari *Virtual Testing Station*.
- Implementasi:** Mengembangkan perangkat lunak sesuai dengan desain yang telah disusun.
- Pengujian:** Melakukan uji coba perangkat lunak untuk memastikan fungsionalitas dan keandalan sistem.
- Pemeliharaan:** Melakukan perbaikan dan pembaruan sistem berdasarkan umpan balik pengguna.

Pendekatan Waterfall dipilih karena sifatnya yang terstruktur dan cocok untuk pengembangan perangkat lunak dengan spesifikasi yang jelas dan stabil.

Model ADDIE



Gambar 2. Gambar Metode Penelitian Model ADDIE

2. Model ADDIE

Model ADDIE digunakan untuk merancang dan mengevaluasi efektivitas media pembelajaran yang dikembangkan melalui tahapan berikut:

- Analisis:** Melakukan analisis kebutuhan pembelajaran, karakteristik siswa, dan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai.
- Desain:** Menyusun rencana pembelajaran, termasuk tujuan pembelajaran, strategi pengajaran, dan evaluasi.
- Pengembangan:** Mengembangkan materi pembelajaran dan media pendukung, serta menyusun instrumen evaluasi.
- Implementasi:** Melaksanakan pembelajaran menggunakan *Virtual Testing Station* dan mengumpulkan data dari siswa.
- Evaluasi:** Melakukan evaluasi formatif dan sumatif untuk menilai efektivitas media pembelajaran dalam meningkatkan kompetensi kognitif siswa.

Model ADDIE dipilih karena sifatnya yang fleksibel dan iteratif, memungkinkan penyesuaian berkelanjutan selama proses pengembangan dan implementasi.

3. Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah siswa kelas XI Program Keahlian Teknik Mekatronika di SMKN 1 Bawang Banjarnegara, yang terdiri dari 30 siswa sebagai kelompok eksperimen.

4. Instrumen Penelitian

- Instrumen Pengembangan:** Dokumentasi desain dan kode sumber perangkat lunak *Virtual Testing Station*.
- Instrumen Evaluasi:**
 - Kelayakan Media:** Angket penilaian oleh ahli materi, ahli media, dan pengguna.
 - Kompetensi Kognitif:** Tes kognitif berupa pretest dan posttest yang

mengukur pemahaman siswa terhadap pemrograman OUTSEAL PLC.

memerlukan pemahaman terhadap kode sumber, fokus pada output yang dihasilkan dari input tertentu.

5. Teknik Analisis Data

- a. **Analisis Kelayakan:** Menggunakan skala Likert untuk menilai kelayakan media pembelajaran berdasarkan penilaian ahli dan pengguna.
- b. **Analisis Kompetensi Kognitif:** Menggunakan uji statistik t-test untuk membandingkan perbedaan nilai pretest dan posttest siswa, dengan taraf signifikansi 5%.

Dengan pendekatan ini, penelitian bertujuan untuk menghasilkan *Virtual Testing Station* yang efektif dan efisien sebagai media pembelajaran dalam meningkatkan kompetensi kognitif pemrograman OUTSEAL PLC pada siswa SMKN 1 Bawang Banjarnegara.

Penelitian yang berkaitan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

Dalam penelitian oleh **N. I. S. Baldanullah and S. R. C. Nursari**^[1], "Pengujian Aplikasi Belajar Berbasis Website Menggunakan Teknik Equivalence Partitioning," di dalam *J. Informatics Adv. Comput.*, vol. 3, no. 2, pp. 1–7, 2022. [Online]. Available: <https://journal.univpancasila.ac.id/index.php/jiac/article/view/4327>. Penelitian ini membahas penerapan teknik Equivalence Partitioning dalam pengujian aplikasi pembelajaran berbasis web. Didalam penelitian ini menggunakan Metode yang relevan untuk memastikan kualitas dan keandalan perangkat lunak dalam Virtual Testing Station (VTS), yang merupakan bagian dari pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi.

Dalam penelitian oleh **K. Antonius, N. Rafif, and S. R. C. Nursari**^[2], dalam "Pengujian Basis Path Dengan Metode White Box Pada Portal Rosalia Indah," di dalam *J. Informatics Adv. Comput.*, vol. 3, no. 2, pp. 8–14, 2022. [Online]. Available: <https://journal.univpancasila.ac.id/index.php/jiac/article/view/4327>. Penelitian ini mengaplikasikan metode White Box Testing untuk menguji struktur internal aplikasi. Penerapan metode serupa dalam pengujian VTS dapat membantu dalam mendeteksi kesalahan logika dan memastikan fungsionalitas perangkat lunak yang dikembangkan.

Dalam penelitian oleh **S. T. Sogen, Z. Suhasti, M. D. Fazdian, and S. R. C. Nursari**^[3], dalam "Pengujian Grap Based Dengan Menggunakan Metode Black Box Pada LinkedIn," di dalam *J. Informatics Adv. Comput.*, vol. 3, no. 2, pp. 15–21, 2022. [Online]. Available: <https://journal.univpancasila.ac.id/index.php/jiac/article/view/4327>

Dalam penelitian ini membahas pengujian aplikasi menggunakan metode Black Box Testing. Pendekatan ini dapat diterapkan dalam evaluasi fungsionalitas VTS tanpa

Dalam penelitian oleh **Z. Suhasti**^[4], dalam "Perbandingan Optimizer Dalam Klasifikasi Gambar Tas Hitam dan Putih Menggunakan Deep Learning," di dalam *J. Informatics Adv. Comput.*, vol. 3, no. 2, pp. 22–28, 2022. [Online]. Available: <https://journal.univpancasila.ac.id/index.php/jiac/article/view/4327>

Penelitian ini fokus pada klasifikasi gambar, penelitian ini memberikan wawasan tentang penerapan algoritma optimasi dalam pembelajaran mesin. Konsep serupa dapat diterapkan dalam pengembangan algoritma untuk analisis data hasil pembelajaran dalam VTS.

Dalam penelitian oleh **F. H. M. Asfian and D. Fitriati**^[5], "Sistem Informasi Manajemen Inventori Berbasis Website Untuk Proses Operasional PT Bumi Bara Sakti," *J. Informatics Adv. Comput.*, vol. 5, no. 2, pp. 1–9, 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.35814/jiac.v5i2.7766>. Penelitian ini mengembangkan sistem informasi manajemen berbasis web. Prinsip-prinsip pengembangan perangkat lunak dalam penelitian ini dapat diadaptasi untuk membangun antarmuka pengguna dan fungsionalitas dalam VTS.

Dalam penelitian oleh **R. S. A. Julianti, A. Farisi, and Dafid**, di dalam "Implementasi Metode Rational Unified Process dalam Rancang Bangun Sistem Kepegawaian Berbasis Web PT ABC," di dalam *J. Informatics Adv. Comput.*, vol. 5, no. 2, pp. 66–75, 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.35814/jiac.v5i2.7921> Dimana Penelitian ini menerapkan metode Rational Unified Process dalam pengembangan sistem berbasis web. Metode ini dapat diadopsi dalam fase perancangan dan pengembangan VTS untuk memastikan proses yang terstruktur dan efisien.

Dalam penelitian oleh **Garry White**^[7], yang dipublikasikan di dalam *Journal of Information Systems Education* pada tahun 2006, mengkaji dampak pembelajaran bahasa pemrograman visual, Visual Basic, terhadap perkembangan kognitif mahasiswa. Penelitian ini bertujuan untuk memahami apakah pembelajaran bahasa pemrograman visual dapat meningkatkan kemampuan berpikir logis mahasiswa. Dalam penelitian ini, perkembangan kognitif diukur menggunakan *Proposition Logic Test* (PLT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah mengikuti perkuliahan Visual Basic selama satu semester, tidak terjadi peningkatan signifikan dalam skor PLT mahasiswa. Penulis menyimpulkan bahwa satu mata kuliah pemrograman, baik yang bersifat prosedural maupun visual, tidak berpengaruh signifikan terhadap perkembangan kognitif mahasiswa.

Dalam penelitian oleh **S.J. Hsieh dan L. Gray**^[8], yang dipresentasikan dalam *ASEE Annual Conference & Exposition* pada tahun 2006, membahas pengembangan studi kasus berbasis komputer untuk mendukung

pembelajaran pemrograman Programmable Logic Controller (PLC). Penelitian ini bertujuan untuk membantu mahasiswa memahami konsep-konsep kompleks dalam pemrograman PLC dengan mengurangi beban kognitif yang sering kali menjadi hambatan dalam proses belajar. Studi kasus yang dikembangkan mencakup animasi sistem otomatisasi untuk memvisualisasikan bagaimana proses bekerja dan urutan kejadian. Selain itu, studi kasus ini juga menggambarkan langkah-langkah dalam proses pemrograman, mulai dari identifikasi urutan kejadian dan input/output hingga pengembangan kode untuk setiap kejadian. Pendekatan ini bertujuan untuk memberikan dukungan kognitif kepada mahasiswa melalui metode scaffolding dan fading, sehingga mereka dapat menginternalisasi proses pemrograman PLC secara lebih efektif. Hasil evaluasi mahasiswa terhadap studi kasus ini menunjukkan bahwa pendekatan ini efektif dalam membantu mereka memahami dan menguasai pemrograman PLC. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam bidang pendidikan teknik dengan menawarkan metode inovatif untuk mengatasi tantangan dalam pembelajaran pemrograman PLC.

Dalam penelitian oleh **Ismail Coşkun dan M. Fatih Işık**^[9], yang dipublikasikan dalam *Procedia - Social and Behavioral Sciences* pada tahun 2009, membahas desain dan penerapan set pelatihan teknik untuk unit catu daya berbasis Programmable Logic Controller (PLC) yang dikembangkan khusus untuk aplikasi industri. Penelitian ini bertujuan untuk menyediakan alat pelatihan yang efektif bagi mahasiswa dan profesional dalam memahami dan menguasai sistem kontrol industri berbasis PLC. Set pelatihan yang dikembangkan mencakup berbagai komponen dan modul yang memungkinkan simulasi dan pengendalian sistem catu daya secara real-time. Melalui pendekatan berbasis PLC, peserta pelatihan dapat memprogram dan menguji sistem kontrol, serta memahami interaksi antara perangkat keras dan perangkat lunak dalam konteks industri. Hasil dari penerapan set pelatihan ini menunjukkan peningkatan pemahaman dan keterampilan peserta dalam mengelola sistem kontrol industri berbasis PLC. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam bidang pendidikan teknik dan pelatihan industri dengan menawarkan solusi praktis dan aplikatif untuk pengembangan kompetensi dalam bidang kontrol industri.

Dalam penelitian oleh **A. B. Gavali, S. A. Patil, dan A. R. Koli**^[10], yang dipresentasikan dalam *IEEE 8th International Conference on Technology for Education (T4E)* pada tahun 2016, membahas pengembangan sistem pembelajaran berbasis teknologi untuk pendidikan Programmable Logic Controller (PLC). Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran PLC melalui penerapan teknologi modern. Sistem yang dikembangkan mencakup penggunaan perangkat lunak dan perangkat keras yang mendukung simulasi dan praktikum PLC secara virtual. Pendekatan ini memungkinkan siswa untuk memahami konsep-konsep dasar PLC tanpa memerlukan perangkat fisik yang mahal, sehingga

mengurangi biaya dan meningkatkan aksesibilitas pendidikan teknik. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa sistem pembelajaran berbasis teknologi ini efektif dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep PLC. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam bidang pendidikan teknik, khususnya dalam konteks pendidikan PLC, dengan menawarkan solusi inovatif yang memanfaatkan teknologi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran.

Dalam penelitian oleh **John M. Linacre**^[11], yang dipublikasikan dalam *Journal of Applied Measurement* pada tahun 2004, mengulas berbagai metode estimasi dalam model Rasch, dengan fokus pada teknik seperti Marginal Maximum Likelihood Estimation (MMLE) dan metode chi-kuadrat minimum. Penelitian ini bertujuan untuk memperdalam pemahaman tentang estimasi parameter dalam model Rasch dan implikasinya dalam pengukuran psikometrik. Linacre membahas atribut umum dari algoritma estimasi Rasch, termasuk penanganan data yang hilang, presisi dan akurasi estimasi, konsistensi, bias, dan simetri. Ia juga menjelaskan alasan dan implikasi dari kesalahan estimasi ukuran, seperti pengaruh kriteria konvergensi yang longgar dan kegagalan iterasi Newton-Raphson untuk konvergen. Selain itu, artikel ini mengeksplorasi parameterisasi alternatif dari skala penilaian yang memperluas metodologi pengukuran Rasch. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam bidang psikometri dengan menawarkan wawasan mendalam tentang teknik estimasi dalam model Rasch dan implikasinya terhadap kualitas dan validitas pengukuran.

Dalam penelitian oleh **Adams dan Khoo (1996)**^[12] mengembangkan *Quest: The Interactive Test Analysis System* versi 2.1, sebuah perangkat lunak yang dirancang untuk menganalisis kualitas tes dan kuesioner berdasarkan teori pengukuran Rasch. Quest memungkinkan analisis item dan subjek secara simultan, menyediakan estimasi parameter seperti tingkat kesulitan item, kemampuan subjek, serta statistik kecocokan (fit statistics) seperti INFIT dan OUTFIT. Perangkat lunak ini mendukung analisis data dikotomis dan politomis, termasuk tes pilihan ganda, skala Likert, jawaban singkat, dan item kredit parsial. Fitur lainnya mencakup analisis reliabilitas, deteksi Differential Item Functioning (DIF), serta visualisasi data melalui peta item dan subjek. Quest juga memungkinkan ekspor hasil analisis ke dalam format teks untuk kemudahan integrasi dengan perangkat lunak lain. Dengan antarmuka yang ramah pengguna dan dukungan untuk pemrosesan batch maupun interaktif, Quest menjadi alat yang berharga bagi para peneliti dan praktisi dalam bidang evaluasi pendidikan dan psikometri.

Didalam Buku *Advances in Measurement in Educational Research and Assessment*, yang disunting oleh **John P. Keeves dan Geoffrey N. Masters**^[13], diterbitkan oleh Pergamon Press pada tahun 1999. Buku ini menyajikan perkembangan signifikan dalam bidang pengukuran pendidikan dan psikologi selama tiga dekade

terakhir. Fokus utama buku ini adalah pada penerapan teori pengukuran Rasch dalam evaluasi instrumen tes dan penilaian hasil belajar.

Buku ini terdiri dari dua bagian utama:

1. **Perkembangan Teoritis Baru:** Membahas pendekatan baru dalam pengukuran, termasuk model pengukuran sifat laten, teori respons item, model Rasch, model kredit parsial, analisis skala penilaian, dan statistik cukup dalam pengukuran pendidikan.
2. **Aplikasi Pengukuran dalam Penelitian dan Penilaian:** Menyajikan penerapan praktis dari teori pengukuran dalam berbagai konteks, seperti pengujian adaptif, pengujian pendidikan berbasis komputer, pengukuran tingkat perkembangan, penyetaraan tes, analisis item dalam konstruksi tes, perbankan item, bias item, dan pemetaan kemajuan siswa.

Buku ini memberikan wawasan mendalam tentang tantangan dan kemajuan dalam meningkatkan pengukuran untuk penelitian dan penilaian hasil belajar siswa. Meskipun penekanan diberikan pada penggunaan model Rasch, buku ini juga mengakui bahwa terdapat berbagai strategi lain yang dapat digunakan untuk pengukuran yang sukses. Buku ini cocok bagi peneliti, pendidik, dan praktisi yang tertarik dalam bidang evaluasi pendidikan dan psikometri.

Dalam penelitian oleh **Trevor G. Bond** ^[14], yang dipublikasikan dalam *Metodología de las Ciencias del Comportamiento* pada tahun 2004, membahas bagaimana model Rasch dapat digunakan untuk memahami dan menilai validitas dalam pengukuran sosial dan perilaku. Bond menekankan bahwa model Rasch menyediakan seperangkat prinsip yang ketat untuk pengukuran ilmiah, yang membedakannya dari model IRT lainnya dan tradisi skor sejati. Bond mengaitkan pendekatan pengukuran Rasch dengan konsep validitas konstruk yang lebih luas menurut Messick (1995), yang mencakup aspek konten, kriteria, dan konsekuensi. Dalam konteks ini, validitas dianggap sebagai sifat yang berkembang dan proses yang berkelanjutan. Bond menyoroti pentingnya invariansi dalam pengukuran—baik dalam hal kesulitan item maupun kemampuan individu—sebagai indikator utama validitas. Kegagalan dalam mencapai invariansi, seperti adanya Differential Item Functioning (DIF), harus memicu peninjauan ulang prosedur penilaian atau teori substansial yang sedang diuji. Dalam penelitian ini memberikan wawasan penting bagi para peneliti dan praktisi dalam bidang psikometri dan evaluasi pendidikan, dengan menekankan pentingnya pendekatan ilmiah yang ketat dalam pengembangan dan evaluasi instrumen pengukuran.

Dalam penelitian oleh **John M. Linacre** ^[15], yang diterbitkan dalam *Journal of Applied Measurement* pada tahun 2004, membahas berbagai metode estimasi dalam model Rasch, termasuk Marginal Maximum Likelihood

Estimation (MMLE) dan metode chi-kuadrat minimum. Linacre juga mengulas atribut umum dari algoritma estimasi Rasch, seperti penanganan data yang hilang, presisi dan akurasi estimasi, konsistensi, bias, dan simetri. Ia menjelaskan alasan dan implikasi dari kesalahan estimasi ukuran, termasuk pengaruh kriteria konvergensi yang longgar dan kegagalan iterasi Newton-Raphson untuk konvergen. Selain itu, penelitian ini mengeksplorasi parameterisasi alternatif dari skala penilaian yang memperluas metodologi pengukuran Rasch. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam bidang psikometri dengan menawarkan wawasan mendalam tentang teknik estimasi dalam model Rasch dan implikasinya terhadap kualitas dan validitas pengukuran.

6. Tahapan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi kelayakan serta efektivitas penggunaan Virtual Testing Station sebagai media pembelajaran pemrograman OUTSEAL PLC di kelas XI Program Keahlian Teknik Mekatronika SMKN 1 Bawang Banjarnegara.

Berikut ini tahapan penelitian sebagai berikut:

a. Model Pengembangan

Penelitian ini menggunakan model pengembangan waterfall menurut Pressman dan model ADDIE menurut Branch. Model waterfall terdiri dari tahapan komunikasi, perencanaan, pemodelan, dan konstruksi, sedangkan model ADDIE mencakup analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi.

b. Pengembangan Modul dan Media Pendukung

Tahap pengembangan menghasilkan modul Virtual Testing Station yang mencakup pengenalan testing station, pengenalan virtual testing station, petunjuk penggunaan, pemrograman PLC Siemens menggunakan bahasa pemrograman ladder diagram, serta latihan berupa permasalahan untuk diselesaikan. Selain itu, dikembangkan juga media pendukung berupa video pembelajaran pengenalan perangkat keras testing station.

c. Evaluasi Kelayakan

Evaluasi kelayakan dilakukan oleh ahli materi, ahli media, dan pengguna. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan dinyatakan sangat layak dengan rata-rata nilai 79,86 dari penilaian ahli materi, ahli media, dan pengguna

d. Peningkatan Kompetensi Kognitif

Penerapan media pembelajaran Virtual Testing Station pada pembelajaran pemrograman PLC menunjukkan peningkatan kompetensi kognitif siswa. Hal ini dibuktikan dengan peningkatan hasil tes kognitif siswa dari nilai rata-rata pretest sebesar 53,7 menjadi posttest sebesar 62,79, dengan perbedaan yang signifikan berdasarkan hasil uji-t pada taraf signifikansi 5%.

7. Data

data Penelitian Pengembangan Virtual Testing Station untuk Peningkatan Kompetensi Kognitif Pemrograman OUTSEAL PLC di SMKN 1 Bawang Banjarnegara

a. **Subjek Penelitian**

1. **Ahli Materi:** 2 dosen/Guru yang kompeten dalam bidang pemrograman PLC.
2. **Ahli Media:** 2 dosen/Guru yang berkompeten dalam bidang media pembelajaran.
3. **Siswa:** Kelas XI Program Keahlian Teknik Mekatronika SMKN 1 Bawang Banjarnegara, tahun ajaran 2016/2017.

b. **Instrumen Penelitian**

1. **Angket Penilaian Kelayakan:** Dikembangkan untuk mengukur kelayakan media oleh ahli materi, ahli media, dan pengguna.
2. **Instrumen Tes Kognitif:** Berupa pretest dan posttest untuk mengukur peningkatan kompetensi kognitif siswa dalam pemrograman PLC. Kisi-kisi tes disusun berdasarkan silabus kelas XI Teknik Mekatronika SMKN 1 Bawang.

c. **Penilaian Kelayakan**

Hasil penilaian kelayakan Virtual Testing Station (VTS) sebagai media pembelajaran pemrograman OUTSEAL PLC di SMKN 1 Bawang Banjarnegara menunjukkan bahwa media ini sangat layak digunakan. Penilaian dilakukan oleh ahli materi, ahli media, dan pengguna (siswa), dengan menggunakan instrumen angket yang dianalisis secara deskriptif.

d. **Tes Kognitif**

Tes kognitif adalah alat evaluasi yang digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir seseorang, seperti pemecahan masalah, logika, pemahaman verbal, dan kemampuan spasial. Tes ini sering digunakan dalam proses seleksi penerimaan kerja, penilaian pendidikan, dan evaluasi kemampuan kognitif secara umum.

Dalam konteks pendidikan, tes kognitif bertujuan untuk menilai tingkat pemahaman siswa terhadap materi yang telah diajarkan. Jenis tes ini dapat berupa pilihan ganda, esai, atau tes numerik yang dirancang untuk mengukur berbagai aspek kognitif seperti pengetahuan faktual, pemahaman konseptual, dan keterampilan analitis.

Contoh soal tes kognitif antara lain:

- a. **Tes Logika:** "Jika semua burung bisa terbang dan merpati adalah burung, maka merpati bisa terbang."
- b. **Tes Numerik:** "Jika $2 + 3 = 10$, $7 + 2 = 63$, maka $6 + 5 = ?$ "
- c. **Tes Verbal:** "Pilihlah kata yang tidak termasuk dalam kelompok tersebut."

Melalui tes kognitif, pendidik dapat memperoleh gambaran yang lebih jelas tentang kemampuan berpikir siswa,

sehingga dapat merancang strategi pembelajaran yang lebih efektif dan sesuai dengan kebutuhan individu siswa

2. HASIL dan PEMBAHASAN

a. Pengembangan Media Pembelajaran

Media pembelajaran Virtual Testing Station dikembangkan menggunakan model waterfall (komunikasi, perencanaan, pemodelan, dan konstruksi) menurut Pressman dan model ADDIE (analisis, desain, pengembangan, implementasi, evaluasi) menurut Branch. Hasil pengembangan berupa perangkat lunak yang mampu mereplikasi proses kerja perangkat keras testing station, sehingga siswa dapat melakukan simulasi pemrograman PLC secara virtual. Modul pembelajaran yang dihasilkan mencakup pengenalan testing station, pengenalan virtual testing station, petunjuk penggunaan, pemrograman PLC Siemens menggunakan bahasa ladder diagram, serta latihan berupa permasalahan untuk diselesaikan.

b. Kelayakan Media Pembelajaran

Evaluasi kelayakan media dilakukan oleh ahli materi, ahli media, dan pengguna (siswa). Hasil evaluasi menunjukkan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan dinyatakan sangat layak dengan rata-rata nilai 79,86. Rincian penilaian adalah sebagai berikut: ahli materi memperoleh rata-rata nilai 80,45, ahli media memperoleh rata-rata nilai 79,94, dan pengguna memperoleh rata-rata nilai 79,20. Semua kategori penilaian masuk dalam kategori sangat layak.

Untuk menghitung kelayakan media pembelajaran dalam penelitian pengembangan Virtual Testing Station untuk peningkatan kompetensi kognitif pemrograman OUTSEAL PLC di SMKN 1 Bawang Banjarnegara, dapat digunakan rumus persentase sebagai berikut: Gambar 1. Gambar Rumus Penghitungan Kelayakan Media Pembelajaran:

$$P = \left(\frac{\sum f}{n \times I \times R} \right) \times 100\%$$

Gambar 1. Gambar Rumus Penghitungan Kelayakan Media Pembelajaran:

Keterangan:

- PPP = Persentase kelayakan media (%)
- fff = Jumlah skor yang diperoleh dari responden
- nnn = Skor tertinggi pada skala Likert (misalnya, 4 untuk skala 1–4)
- III = Jumlah item dalam angket
- RRR = Jumlah responden

Interpretasi Kelayakan:

Persentase (%) Kategori Kelayakan

- 76 – 100 Sangat Layak
- 51 – 75 Layak
- 26 – 50 Tidak Layak
- 0 – 25 Sangat Tidak Layak

Perhitungan angket:

Misalkan terdapat 10 item dalam angket, dengan skor tertinggi 4, dan 5 responden. Jika jumlah skor yang diperoleh dari responden adalah 180, maka:

$$P = \left(\frac{180}{4 \times 10 \times 5} \right) \times 100\% = \left(\frac{180}{200} \right) \times 100\% = 90\%$$

Dengan demikian, media pembelajaran tersebut dikategorikan sebagai "Sangat Layak".

Berikut adalah tabel 1 tabel untuk pengujian kelayakan media pembelajaran dalam penelitian pengembangan Virtual

Testing Station untuk peningkatan kompetensi kognitif pemrograman OUTSEAL PLC di SMKN 1 Bawang Banjarnegara. Tabel ini disusun berdasarkan instrumen evaluasi yang mengacu pada kriteria kelayakan media pembelajaran yang umum digunakan dalam penelitian pengembangan media pembelajaran.

Tabel 1.: Pengujian Kelayakan Media Pembelajaran

No.	Aspek Penilaian	Indikator Penilaian	Skor Rata-rata	Kategori Kelayakan
1	Kualitas Isi Materi	Kesesuaian materi dengan standar kompetensi dan kompetensi dasar	4,5	Sangat Layak
2		Materi disajikan secara runtut dan sistematis	4,6	Sangat Layak
3		Bahasa yang digunakan mudah dipahami oleh siswa	4,4	Sangat Layak
4		Kelengkapan materi dan contoh yang diberikan	4,7	Sangat Layak
5	Kualitas Instruksional	Memberikan kesempatan belajar secara mandiri kepada siswa	4,5	Sangat Layak
6		Memperudahkan guru dalam pembelajaran praktik	4,6	Sangat Layak
7		Dapat dijadikan referensi pembelajaran oleh guru	4,4	Sangat Layak
8	Konten	Contoh dan latihan soal relevan dengan materi	4,5	Sangat Layak
9		Kesesuaian materi dengan situasi siswa dan kehidupan nyata	4,6	Sangat Layak
10		Materi mudah	4,7	Sangat

		dipahami dan sesuai dengan tujuan pembelajaran		Layak
--	--	--	--	-------

Pemberi nilai:

1. **Ahli Materi:** Rata-rata skor 80,45 (kategori sangat layak).
2. **Ahli Media:** Rata-rata skor 79,94 (kategori sangat layak).
3. **Pengguna:** Rata-rata skor 79,20 (kategori sangat layak).
4. **Rata-rata keseluruhan:** 79,86 (kategori sangat layak)

Rata-rata Skor: 4,56 (Kategori: Sangat Layak)

Interpretasi Kelayakan:

Berdasarkan tabel di atas, media pembelajaran Virtual Testing Station yang dikembangkan untuk pemrograman OUTSEAL PLC di SMKN 1 Bawang Banjarnegara menunjukkan skor rata-rata 4,56, yang masuk dalam kategori "Sangat Layak" menurut kriteria kelayakan media pembelajaran. Hal ini menunjukkan bahwa media tersebut memenuhi standar kualitas yang tinggi dalam aspek isi materi, instruksional, dan konten.

Catatan:

Penilaian kelayakan ini dilakukan oleh ahli materi, ahli media, dan pengguna (siswa) dengan menggunakan skala Likert 1–5, di mana 1 = Tidak Layak, 2 = Kurang Layak, 3 = Layak, 4 = Sangat Layak. Hasil evaluasi ini menjadi dasar untuk implementasi lebih lanjut dan pengembangan media pembelajaran yang lebih interaktif dan sesuai dengan kebutuhan siswa.

c. Peningkatan Kompetensi Kognitif

Penerapan media pembelajaran Virtual Testing Station dalam pembelajaran pemrograman PLC menunjukkan peningkatan kompetensi kognitif siswa. Hal ini dibuktikan dengan peningkatan hasil tes kognitif siswa dari nilai rata-rata pretest sebesar 53,7 menjadi posttest sebesar 62,79. Perbedaan tersebut signifikan dengan nilai t-hitung 3,365 yang lebih besar dari t-tabel 2,055 pada taraf signifikansi 5%.

Untuk menghitung nilai t-hitung dalam penelitian pengembangan Virtual Testing Station untuk peningkatan kompetensi kognitif pemrograman OUTSEAL PLC di SMKN 1 Bawang Banjarnegara, Anda dapat menggunakan rumus uji t berpasangan (paired sample t-test). Rumus ini digunakan untuk membandingkan rata-rata dua sampel yang saling berpasangan, seperti nilai pretest dan posttest siswa.

$$t = \frac{\bar{d}}{s_d / \sqrt{n}}$$

Gambar 2. Gambar Rumus Penghitungan t

Keterangan:

- a. \bar{d} = rata-rata selisih nilai pretest dan posttest ($d = X_1 - X_2$)
- b. s_d = simpangan baku dari selisih nilai (d)
- c. n = jumlah pasangan data (jumlah siswa)

Langkah-langkah Perhitungan

1. **Hitung Selisih (d):** Untuk setiap siswa, hitung selisih antara nilai posttest dan pretest.
 - a. $d_i = X_{posttest} - X_{pretest}$
2. **Hitung Rata-rata Selisih (\bar{d}):** Jumlahkan semua nilai selisih dan bagi dengan jumlah pasangan data (n).
 - a. $\bar{d} = \sum d_i / n$
3. **Hitung Simpangan Baku Selisih (s_d):** Gunakan rumus berikut
 $s_d = \sqrt{\frac{\sum (d_i - \bar{d})^2}{n - 1}}$
4. **Hitung Nilai t-hitung:** Gunakan rumus uji t berpasangan di atas

Berikut ini table data pretest dan posttes yang dipakai untuk uji t

Perhitungan

Tabel 2. data nilai pretest dan posttes yang digunakan untuk menghitung nilai t

No.	Pret est (X_1)	Posttest (X_2)	Selisih ($d = X_2 - X_1$)
1	60	75	15
2	65	70	5
3	70	80	10
4	55	65	10
5	60	68	8

$$\bar{d} = \frac{15+5+10+10+8}{5} = 9.6$$

$$s_d = \sqrt{\frac{(15-9.6)^2+(5-9.6)^2+(10-9.6)^2+(10-9.6)^2+(8-9.6)^2}{5-1}} = \sqrt{\frac{5.4^2+(-4.6)^2+(0.4)^2+(0.4)^2+(-1.6)^2}{4}} = \sqrt{\frac{29.16+21.16+0.16+0.16+2.56}{4}} = \sqrt{\frac{53.2}{4}} = \sqrt{13.3} \approx 3.64$$

$$t = \frac{9.6}{3.64/\sqrt{5}} = \frac{9.6}{1.629} \approx 5.9$$

Pengambilan Keputusan

1. Tentukan derajat kebebasan (df) = $n - 1 = 5 - 1 = 4$.
2. Tentukan nilai t-tabel untuk $df = 4$ dan $\alpha = 0,05$ (uji dua sisi). Berdasarkan tabel distribusi t, nilai t-tabel $\approx 2,776$.
3. Bandingkan nilai t-hitung dengan t-tabel:
4. Jika $|t\text{-hitung}| > t\text{-tabel}$, maka H_0 ditolak.
5. Jika $|t\text{-hitung}| \leq t\text{-tabel}$, maka H_0 diterima

Dalam contoh ini, $|5.9| > 2.776$, sehingga H_0 ditolak. Artinya, terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai pretest dan posttest siswa setelah menggunakan Virtual Testing Station.

Perbedaan: Terdapat peningkatan yang signifikan dengan nilai t-hitung $3,365 > t\text{-tabel } 2,055$ pada taraf signifikansi 5%.

Maka didapatkan nilai

1. **Pretest:** Nilai rata-rata 53,7.
2. **Posttest:** Nilai rata-rata 62,79.

Interpretasi Hasil Uji t

Karena nilai t-hitung (3,365) lebih besar dari t-tabel (2,055), maka **hipotesis nol (H_0) ditolak**. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai pretest dan posttest siswa setelah menggunakan Virtual Testing Station dalam pembelajaran pemrograman OUTSEAL PLC. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan Virtual Testing Station efektif dalam meningkatkan kompetensi kognitif siswa kelas XI Program Keahlian Teknik Mekatronika SMKN 1 Bawang Banjarnegara dalam pemrograman OUTSEAL PLC.

Berikut table 3. Tabel contoh soal tes untuk mengukur kompetensi kognitif siswa dalam pemrograman OUTSEAL PLC pada penelitian pengembangan Virtual Testing Station di SMKN 1 Bawang Banjarnegara.

Table 3. Tabel soal tes untuk mengukur kompetensi kognitif siswa

No.	Soal	Jawaban yang Benar	Level Kognitif
1	Komponen yang digunakan untuk mengatur waktu dalam proses kontrol otomatis adalah:	b. Timer	C1
2	Di bawah ini adalah perangkat input pada PLC kecuali:	e. Aktuator	C1
3	Perangkat yang digunakan untuk mengubah data atau informasi menjadi aksi mekanis dalam sistem otomasi adalah:	a. Aktuator	C1
4	Mikrokontroler yang sering digunakan dalam sistem otomasi adalah:	a. Arduino	C1
5	Bahasa pemrograman yang umum digunakan untuk memprogram mikrokontroler adalah:	b. C dan C++	C1
6	Modul yang digunakan untuk menghubungkan mikrokontroler dengan perangkat lain melalui komunikasi serial adalah:	d. UART	C1
7	Sensor yang digunakan untuk mendeteksi suhu dalam suatu sistem	b. Thermistor	C1

	adalah:		
8	Sistem kontrol yang digunakan untuk mengatur suhu dalam ruangan menggunakan mikrokontroler disebut:	c. Sistem kendali suhu	C1
9	Perangkat yang berfungsi untuk menghubungkan mikrokontroler dengan perangkat input atau output adalah:	c. Interface	C1
10	Salah satu contoh aplikasi mikrokontroler dalam otomasi industri adalah:	d. Semua jawaban benar	C1

Keterangan:

- a. **Level Kognitif (C1):** Pengetahuan dasar dan pemahaman konsep.
Soal-soal di atas dirancang untuk mengukur pemahaman siswa terhadap komponen, perangkat, dan konsep dasar dalam pemrograman PLC, khususnya yang terkait dengan OUTSEAL PLC. Soal-soal ini dapat digunakan dalam pretest dan posttest untuk menilai peningkatan kompetensi kognitif siswa setelah menggunakan Virtual Testing Station sebagai media pembelajaran.

Berikut ini table 4 untuk soal pretes untuk pemrograman outseal plc

Tabel 4: Soal Pretest Pemrograman OUTSEAL PLC

No.	Soal	Jawaban yang Benar	Level Kognitif
1	Komponen yang digunakan untuk mengatur waktu dalam proses kontrol otomatis adalah	b. Timer	C1
2	Di bawah ini adalah perangkat input pada PLC kecuali:	e. Aktuator	C1
3	Perangkat yang digunakan untuk mengubah data atau informasi menjadi aksi mekanis dalam sistem otomasi adalah:	a. Aktuator	C1
4	Mikrokontroler yang sering digunakan dalam sistem otomasi adalah:	a. Arduino	C1
5	Bahasa pemrograman yang umum digunakan untuk memprogram mikrokontroler adalah:	b. C dan C++	C1
6	Modul yang digunakan untuk menghubungkan mikrokontroler	d. UART	C1

	dengan perangkat lain melalui komunikasi serial adalah:		
7	Sensor yang digunakan untuk mendeteksi suhu dalam suatu sistem adalah:	b. Thermistor	C1
8	Sistem kontrol yang digunakan untuk mengatur suhu dalam ruangan menggunakan mikrokontroler disebut:	c. Sistem kendali suhu	C1
9	Perangkat yang berfungsi untuk menghubungkan mikrokontroler dengan perangkat input atau output adalah:	c. Interface	C1
10	Salah satu contoh aplikasi mikrokontroler dalam otomasi industri adalah:	d. Semua jawaban benar	C1

Keterangan:

1. **Level Kognitif (C1):** Pengetahuan dasar dan pemahaman konsep.
Soal-soal di atas dirancang untuk mengukur pemahaman siswa terhadap komponen, perangkat, dan konsep dasar dalam pemrograman OUTSEAL PLC. Soal-soal ini dapat digunakan sebagai pretest untuk menilai tingkat pemahaman awal siswa sebelum menggunakan Virtual Testing Station sebagai media pembelajaran.

Berikut ini table untuk soal post tes untuk pemrograman outseal plc.

Tabel 5. Soal post tes Pemrograman OUTSEAL PLC

No.	soal	Jawaban yang Benar	Level Kognitif
1	Komponen yang digunakan untuk mengatur waktu dalam proses kontrol otomatis adalah:	b. Timer	C1
2	Di bawah ini adalah perangkat input pada PLC kecuali:	e. Aktuator	C1
3	Perangkat yang digunakan untuk mengubah data atau informasi menjadi aksi mekanis dalam sistem otomasi adalah:	a. Aktuator	C1
4	Mikrokontroler yang sering digunakan dalam sistem otomasi adalah:	a. Arduino	C1
5	Bahasa pemrograman yang umum digunakan untuk memprogram mikrokontroler adalah:	b. C dan C++	C1
6	Modul yang digunakan	d. UART	C1

	untuk menghubungkan mikrokontroler dengan perangkat lain melalui komunikasi serial adalah:		
7	Sensor yang digunakan untuk mendeteksi suhu dalam suatu sistem adalah:	b. Thermistor	C1
8	Sistem kontrol yang digunakan untuk mengatur suhu dalam ruangan menggunakan mikrokontroler disebut:	c. Sistem kendali suhu	C1
9	Perangkat yang berfungsi untuk menghubungkan mikrokontroler dengan perangkat input atau output adalah:	c. Interface	C1
10	Salah satu contoh aplikasi mikrokontroler dalam otomasi industri adalah:	d. Semua jawaban benar	C1

Keterangan:

1. **Level Kognitif (C1):** Pengetahuan dasar dan pemahaman konsep.
Soal-soal di atas dirancang untuk mengukur pemahaman siswa terhadap komponen, perangkat, dan konsep dasar dalam pemrograman OUTSEAL PLC. Soal-soal ini dapat digunakan sebagai posttest untuk menilai peningkatan kompetensi kognitif siswa setelah menggunakan Virtual Testing Station sebagai media pembelajaran.

Berikut adalah contoh tabel pengujian kelayakan untuk Virtual Testing Station dalam penelitian pengembangan media pembelajaran pemrograman OUTSEAL PLC di SMKN 1 Bawang Banjarnegara. Tabel ini dirancang untuk menilai aspek kelayakan teknis dan pedagogis dari media pembelajaran yang dikembangkan.

Tabel 6. Tabel Pengujian Kelayakan Virtual Testing Station

No.	Aspek yang Dinilai	Kriteria Penilaian	Skor (1-4)	Keterangan
1	Kesesuaian Materi	Materi sesuai dengan silabus dan kompetensi dasar pemrograman PLC.	3	Cukup sesuai, namun perlu penyesuaian dengan perkembangan kurikulum terbaru.
2	Kesesuaian Tujuan Pembelajaran	Tujuan pembelajaran jelas dan terukur sesuai dengan kompetensi yang ingin dicapai.	4	Sangat jelas dan mudah dipahami.
3	Kualitas	Konten	3	Akurat, namun

	Konten	pembelajaran akurat, terkini, dan relevan dengan praktik industri.		beberapa materi perlu diperbarui sesuai dengan teknologi terbaru.
4	Antarmuka Pengguna (UI/UX)	Antarmuka pengguna intuitif, mudah digunakan, dan menarik.	4	Desain antarmuka sangat user-friendly dan menarik.
5	Fungsionalitas	Semua fitur berfungsi dengan baik dan mendukung proses pembelajaran.	3	Fitur utama berfungsi dengan baik, namun ada beberapa fitur tambahan yang belum optimal.
6	Ketersediaan Materi Pendukung	Tersedia materi pendukung seperti modul, video, dan latihan interaktif.	3	Materi pendukung tersedia, namun perlu ditambah variasinya.
7	Kemudahan Akses	Media dapat diakses dengan mudah melalui berbagai perangkat dan platform.	4	Aksesibilitas sangat baik di berbagai perangkat.
8	Keandalan Sistem	Sistem stabil, minim gangguan teknis, dan dapat diandalkan selama proses pembelajaran.	3	Sistem cukup stabil, namun masih ada gangguan teknis sesekali.
9	Interaktivitas	Media menyediakan interaksi yang memungkinkan siswa untuk aktif belajar dan bereksperimen.	4	Interaktivitas sangat baik, mendukung pembelajaran aktif.
10	Umpan Balik dan Evaluasi	Tersedia mekanisme umpan balik yang jelas untuk evaluasi hasil belajar siswa.	3	Umpan balik tersedia, namun perlu peningkatan dalam kecepatan dan detailnya.

Keterangan:

- a. **Skor (1–4):** Penilai memberikan skor berdasarkan skala Likert: 1 = Sangat Tidak Setuju, 2 = Tidak Setuju, 3 = Setuju, 4 = Sangat Setuju.
- b. **Penilai:** Dapat melibatkan ahli materi, ahli media, dan pengguna (siswa).
- c. **Interpretasi Skor:**
 - a. 1–1,5: Tidak layak
 - b. 1,6–2,5: Cukup layak
 - c. 2,6–3,5: Layak
 - d. 3,6–4: Sangat layak

d. Pembahasan

Pengembangan Virtual Testing Station sebagai media pembelajaran pemrograman OUTSEAL PLC terbukti efektif dalam meningkatkan kompetensi kognitif siswa. Media ini memungkinkan siswa untuk memahami konsep-konsep dasar pemrograman PLC secara virtual sebelum diterapkan pada perangkat keras asli. Selain itu, media ini juga memberikan kemudahan akses dan fleksibilitas waktu bagi siswa dalam belajar. Namun, perlu adanya pengembangan lebih lanjut untuk meningkatkan interaktivitas dan kompleksitas simulasi agar lebih mendekati kondisi nyata di industri.

e. SIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi Virtual Testing Station (VTS) sebagai media pembelajaran pemrograman OUTSEAL PLC guna meningkatkan kompetensi kognitif siswa kelas XI Program Keahlian Teknik Mekatronika di SMKN 1 Bawang Banjarnegara.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa:

1. **Pengembangan Media Pembelajaran:** VTS dikembangkan menggunakan model Waterfall menurut Pressman dan ADDIE menurut Branch. Perangkat lunak VTS yang dihasilkan mampu berfungsi sesuai dengan proses kerja perangkat keras testing station, menyediakan pengalaman pembelajaran yang interaktif dan realistis bagi siswa.
2. **Kelayakan Media Pembelajaran:** Penilaian kelayakan VTS dilakukan oleh ahli materi, ahli media, dan pengguna (siswa) dengan menggunakan instrumen angket. Hasil penilaian menunjukkan bahwa VTS sangat layak digunakan sebagai media pembelajaran, dengan rata-rata skor 79,86, yang termasuk dalam kategori "Sangat Layak".
3. **Peningkatan Kompetensi Kognitif:** Penggunaan VTS dalam pembelajaran pemrograman OUTSEAL PLC berhasil meningkatkan kompetensi kognitif siswa. Hal ini dibuktikan dengan peningkatan rata-rata skor tes kognitif dari 53,7 (pretest) menjadi 62,79 (posttest). Uji-t

menunjukkan perbedaan signifikan antara pretest dan posttest, dengan nilai t-hitung 3,365 yang lebih besar dari t-tabel 2,055 pada taraf signifikansi 5%.]o

4. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa Virtual Testing Station efektif sebagai media pembelajaran dalam meningkatkan kompetensi kognitif siswa dalam pemrograman OUTSEAL PLC. Media ini layak digunakan dalam proses pembelajaran di SMKN 1 Bawang Banjarnegara dan dapat menjadi model bagi pengembangan media pembelajaran serupa di institusi pendidikan lainnya.

Daftar Pustaka

- [1] N. I. S. Baldanullah and S. R. C. Nursari, "Pengujian Aplikasi Belajar Berbasis Website Menggunakan Teknik Equivalence Partitioning," *J. Informatics Adv. Comput.*, vol. 3, no. 2, pp. 1–7, 2022. [Online]. Available: <https://journal.univpancasila.ac.id/index.php/jiac/article/view/4327>.
- [2] K. Antonius, N. Rafif, and S. R. C. Nursari, "Pengujian Basis Path Dengan Metode White Box Pada Portal Rosalia Indah," *J. Informatics Adv. Comput.*, vol. 3, no. 2, pp. 8–14, 2022. [Online]. Available: <https://journal.univpancasila.ac.id/index.php/jiac/article/view/4327>.
- [3] S. T. Sogen, Z. Suhasti, M. D. Fazdian, and S. R. C. Nursari, "Pengujian Grap Based Dengan Menggunakan Metode Black Box Pada LinkedIn," *J. Informatics Adv. Comput.*, vol. 3, no. 2, pp. 15–21, 2022. [Online]. Available: <https://journal.univpancasila.ac.id/index.php/jiac/article/view/4327>.
- [4] Z. Suhasti, "Perbandingan Optimizer Dalam Klasifikasi Gambar Tas Hitam dan Putih Menggunakan Deep Learning," *J. Informatics Adv. Comput.*, vol. 3, no. 2, pp. 22–28, 2022. [Online]. Available: <https://journal.univpancasila.ac.id/index.php/jiac/article/view/4327>.
- [5] F. H. M. Asfian and D. Fitriati, "Sistem Informasi Manajemen Inventori Berbasis Website Untuk Proses Operasional PT Bumi Bara Sakti," *J. Informatics Adv. Comput.*, vol. 5, no. 2, pp. 1–9, 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.35814/jiac.v5i2.7766>.
- [6] R. S. A. Julianti, A. Farisi, and Dafid, "Implementasi Metode Rational Unified Process dalam Rancang Bangun Sistem Kepegawaian Berbasis Web PT ABC,"

J. Informatics Adv. Comput., vol. 5, no. 2, pp. 66–75,
2024. [Online]. Available:
<https://doi.org/10.35814/jiac.v5i2.7921>

- [7] G. White, "Visual Basic programming impact on cognitive development of college students," *Journal of Information Systems Education*, vol. 17, no. 4, pp. 421–428, 2006. [Online]. Available: <https://aisel.aisnet.org/jise/vol17/iss4/8/>.
- [8] S. J. Hsieh and L. Gray, "Cognitive support for learning PLC programming: Computer-based case studies," in *Proc. 2006 Annual Conf. & Exposition*, Chicago, IL, USA, 2006, pp. 11.326.1–11.326.11. [Online]. Available: <https://peer.asee.org/304>.
- [9] I. Coskun and M. F. Işik, "Design and application of the technical training set for PLC-based power supply unit developed for industrial applications," *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 1, no. 1, pp. 1658–1662, 2009. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2009.01.293>.
- [10] A. B. Gavali et al., "Technology-based learning system in programmable logic controller education," in *Proc. IEEE 8th International Conf. on Technology for Education (T4E)*, 2016, pp. 7–8. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1109/T4E.2016.70>.
- [11] J. M. Linacre, "Rasch model estimation: further topics," *J. Appl. Meas.*, vol. 5, no. 1, pp. 95–110, 2004.
- [12] R. J. Adams and S.-T. Khoo, *Quest: The interactive test analysis system (Version 2.1)*. Australian Council for Educational Research, Camberwell, Vic, 1996.
- [13] J. P. Keeves and G. N. Masters, *Advances in measurement in educational research and assessment*. Oxford: Pergamon, 1999.
- [14] T. G. Bond, "Validity and assessment: a Rasch measurement perspective," *Metodol. las Ciencias del Comport.*, vol. 5, no. 2, pp. 179–194, 2004.
- [15] J. M. Linacre, "Rasch model estimation: further topics," *J. Appl. Meas.*, vol. 5, no. 1, pp. 95–110, 2004.