



Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika

Volume 2, Nomor 1, Juli 2021

Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Berbasis Simulasi Video Otomasi Industri Menggunakan Software HMI Cx-One

Irwani Zawawi¹, Sri Suryanti², Fajar Budi Santoso³,

¹Universitas Muhammadiyah Gresik, Email: irwanizawawi@umg.ac.id

²Universitas Muhammadiyah Gresik, Email: srisuryanti@umg.ac.id

³Universitas Muhammadiyah Gresik, Email: fajrsantoso@gmail.com

Abstract

One of the efforts to realize the link and math of the SMK Industrial Chemistry study program with the 4.0 industrial revolution is the use of industrial automation HMI (Human Machine Interface) in learning media. This study aims to determine the development process, feasibility, and effectiveness of the industrial automation simulation video based mathematics learning media using the Cx-One HMI. This research is an R & D research with a 4D model, namely the stages of define, design, development, and disseminate. The research subjects were 36 students of class X SMKN 1 Panjatan Yogyakarta. Data collection methods used were questionnaires and tests. The instruments used were media and material validation sheets, teacher and student response questionnaires and learning outcome test sheets. Data analysis was carried out descriptively, namely the feasibility of the media, and the effectiveness of the media through analysis of student responses and test results. The result of this research is the process of developing mathematics learning media based on industrial automation simulation video using HMI CX-One software with the stages of define, design, and development. Learning media is said to meet the eligibility criteria because the validation of media experts obtained 96.3% and material experts obtained 88.57%. While the media has fulfilled the effective element because the teacher's response got 88% or very good and the students' response got 88.67% or very good. Students understanding of the comparison material increase with a gain value of 0.59 or in medium category.

Keywords: Learning Media, Automation Videos, HMI, and Cx-One

Abstrak

Salah satu upaya mewujudkan *link and math* SMK program studi Kimia Industri dengan revolusi industri 4.0 adalah penggunaan HMI (*Human Machine Interface*) otomasi industri dalam media pembelajaran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses pengembangan, kelayakan, dan keefektifan media pembelajaran

matematika berbasis video simulasi otomasi industri menggunakan software HMI *Cx-One*. Penelitian ini merupakan penelitian *R&D* dengan model 4D yaitu dengan tahap *define, design, development, dan disseminate*. Subjek penelitian sebanyak 36 peserta didik kelas X SMKN 1 Panjatan Yogyakarta. Metode pengumpulan data menggunakan metode anket dan tes. Instrumen yang digunakan adalah lembar validasi media dan materi, angket respon guru dan peserta didik serta lembar tes hasil belajar. Analisis data dilakukan secara deskriptif yaitu kelayakan media, dan keefektifan media melalui analisis respon peserta didik dan hasil tes. Hasil penelitian ini adalah proses pengembangan media pembelajaran matematika berbantuan simulasi video otomasi industri menggunakan *software CX-One* dengan tahap *define, design, dan development*. Media pembelajaran dikatakan memenuhi kriteria kelayakan karena validasi ahli media dengan persentase 96,3% dan ahli materi dengan presentase 88,57%. Sedangkan media telah memenuhi unsur efektif karena respon guru memperoleh 88% atau sangat baik dan respon peserta memperoleh 88,67% atau sangat baik. Pemahaman peserta didik terhadap materi perbandingan meningkat dengan nilai gain sebesar 0,59 atau kategori sedang.

Kata Kunci: *Media Pembelajaran, Video Otomasi, Cx-One.*

INFO ARTIKEL

<p>ISSN : 2733-0597 e-ISSN : 2733-0600 Doi : http://dx.doi.org/10.30587/postulat.v2i1.2593</p>	<p style="text-align: center;">Jejak Artikel</p> <p>Submit Artikel: 2 Oktober 2020 Submit Revisi: 23 Maret 2021 Upload Artikel: 12 Juli 2021</p>
---	--

PENDAHULUAN

Perubahan dunia kini tengah memasuki era revolusi industri 4.0 atau revolusi industri dunia keempat dimana teknologi informasi telah menjadi basis dalam kehidupan manusia (Kemristekdikti, 2020). Jika pendidik matematika di era revolusi industri 3.0 masih didominasi alat peraga, di era industri 4.0 lebih pada pemanfaatan aplikasi perangkat lunak. Dengan alasan tersebut pendidikan harus berubah dari era *Education 3.0* ke era *Education 4.0* yang mengkombinasikan dunia nyata dan dunia maya untuk mengembangkan pengetahuan dan keterampilan siswa secara berkelanjutan seumur hidupnya (Benesova & Tupa, 2017; Mourtzis 2020; Vlacou, Dimitrakopoulos, & Zogopoulos, 2020; Puncreobutr, 2016).

Menghadapi revolusi industri 4.0 diperlukan pendidikan yang dapat membentuk generasi kreatif, inovatif, serta kompetitif. Guru harus memahami berbagai macam cara teknologi menyajikan materi pembelajaran dan menyelaraskan dengan pendekatan pembelajaran yang memungkinkan (Mishra & Henriksen, 2020). Andrs (2020) menyebutkan bahwa jika pengajaran pengetahuan teoritis dilengkapi dengan latihan praktis, efisiensi pembelajaran yang lebih besar tercapai. Oleh sebab itu sekolah perlu mempertimbangkan berbagai tuntutan kecakapan yang diperlukan untuk menghadapi era industri 4.0 (Vodenko, Komissarova, & Kulinov, 2019).

Sekarang dunia pendidikan ditantang untuk menjawab berbagai kebutuhan industri, kebutuhan negara, dan lain-lain. Banyak kurikulum dari prodi-prodi pendidikan tinggi yang tidak 100% *link and match* dengan kebutuhan di dalam dunia nyata. Hampir tidak ada profesi jaman sekarang yang hanya menggunakan satu rumpun ilmu. Semua profesi di dunia nyata itu membutuhkan kombinasi berbagai disiplin ilmu (Makariem, 2020). Dari pelaksanaan program pendidikan kejuruan *link and match* telah tersusun 34 program studi yang sesuai kebutuhan industri saat ini. Program studi yang menjadi sasaran penulis diantaranya Kimia Industri, kimia analisis, dan teknik otomasi industri. Prodi tersebut tersedia di SMK Negeri 1 Panjatan Yogyakarta dengan peringkat akreditasi A. Dengan status akreditasi A, peran teknologi yang wajib dalam mendukung pembelajaran di ruang kelas adalah fasilitas proyektor. Dengan adanya proyektor dan metode mengajar secara demonstrasi, pendidik mengajak peserta didik untuk menyelesaikan praktikum secara aplikatif. Media pembelajaran berbasis software dalam menyongsong revolusi industri 4.0 sudah digalakkan oleh pendidik-pendidik SMKN 1 Panjatan Yogyakarta. Berbagai jenis software otomasi industri seperti PLC (*Programmable Logic Control*), (Syamsul, 2016) dan SCADA (*Supervisory Control & Data Acquisition System*) (Santoso, dkk. 2013) sudah ikut didalam bahan ajar.

CX-ONE adalah salah satu software HMI (Human Machine Interface) atau antarmuka mesin manusia (Indrawan, dkk. 2013) dalam dunia industri. HMI adalah sistem yang menghubungkan antara manusia dan teknologi mesin. HMI dapat berupa pengendali dan visualisasi status baik menggunakan manual maupun melalui visualisasi komputer yang bersifat real time (Heri, 2012). Sistem HMI biasanya bekerja secara online dan real time

dengan membaca data yang dikirimkan melalui I/O port yang digunakan oleh sistem controller-nya. Port yang biasanya digunakan untuk controller dan akan dibaca oleh HMI antara lain adalah port com, port USB, port RS232 dan ada pula yang menggunakan port serial. Tugas dari HMI yaitu membuat visualisasi dari teknologi atau sistem secara nyata. Sehingga dengan desain HMI dapat disesuaikan sehingga memudahkan pekerjaan fisik. Tujuan dari HMI adalah untuk meningkatkan interaksi antara mesin dan operator melalui tampilan layar komputer dan memenuhi kebutuhan pengguna terhadap informasi sistem.

Software CX-ONE ini dapat menggunakan mode simulasi, antara lain mode *Test Function* yang digunakan untuk mengecek sistem kontrol pabrik sebelum diaplikasikan ke pabrik yang sesungguhnya. Keunggulan software ini dilengkapi monitoring *real time*. Sistem *monitoring real time* adalah sistem paling tepat waktu dengan setiap data langsung tercatat saat itu juga. *Monitoring* akan memberikan informasi tentang status dan kecenderungan bahwa pengukuran dan evaluasi yang diselesaikan berulang dari waktu ke waktu. Pemantauan umumnya dilakukan untuk memeriksa proses beserta objeknya atau untuk mengevaluasi kondisi atau kemajuan menuju tujuan hasil manajemen. Berdasarkan uraian diatas sistem *monitoring* bertujuan untuk memantau bagaimana perubahan nilai besaran fisis yang ada pada plant. Sehingga data dapat dijadikan acuan yang tepat.

Sistem monitoring terdiri dari beberapa proses yaitu: 1) *Sensing* yaitu untuk mengukur besaran fisis yang di inginkan seperti tegangan atau arus, pada umumnya untuk mengukur besaran fisis digunakan sensor/transduser yang akan mengubah besaran fisis menjadi data analog; 2) *Prosesing* yaitu proses mengubah data analog menjadi digital atau pada umumnya disebut ADC (analog to digital converter) mikrokontroler berperan penting dalam menjalankan ADC ini; 3) *Recording* yaitu penyimpanan data yang telah dibaca agar kita dapat menjadikan acuan apabila ingin mengolah data tersebut; 3) *Display* yaitu proses terakhir yaitu menampilkan data yang telah diolah oleh controller dengan tujuan agar manusia dapat membaca besaran fisis dengan mudah.

Software otomasi industri menggunakan *Software CX-ONE* yang belum pernah digunakan di SMKN 1 Panjatan. *Software* ini banyak digunakan dalam pendidikan matematika, matematika murni, elektro, maupun instrumentasi. Melalui pengembangan media pembelajaran matematika berbasis simulasi video otomasi industri dengan menggunakan

software CX-ONE, diharapkan dapat membantu guru dalam memberi warna baru dalam menyampaikan materi dengan lebih inovatif, efektif dan aplikatif.

Pembelajaran diharapkan menyenangkan karena adanya visualisasi HMI dalam proses industri. Berbagai fitur *software* CX-ONE adalah: 1) Menampilkan data secara *real time* yaitu sistem paling tepat waktu dengan setiap data langsung tercatat saat itu juga; 2) Menampilkan riwayat dan status semua mesin, data yang disajikannya pun dapat diubah dalam bentuk lembar kerja pada *microsoft excell* saat itu juga; 3) Input Output Logika Dasar; 4) *Latching* dan *Set Reset*; 5) Sistem Interlock adalah suatu cara untuk mengamankan jalannya proses serta pengamanan peralatan dari unit yang paling kecil sampai keseluruhan sistem; 6) Kontak Differential, PLS dan PLF; 7) Instruksi *Timer* atau sistem penghitung waktu; 8) Aplikasi *Timer Off Delay* adalah suatu *timer* yang dihubungkan secara langsung ke kontaktor yang akan berfungsi menunda waktu OFF jika kontaktor bekerja (ON); 9) Aplikasi Lampu Berkedip yaitu indikator warna bergerak maupun berkedip untuk mengetahui status peralatan; 10) Intruksi Counter atau sistem penghitung.

Penelitian pengembangan media pembelajaran matematika berbasis video animasi pernah dilakukan Saadah (2020) menggunakan *Adobe After Effect* di kelas VIIIIG SMPN 1 Selorejo Blitar. Penelitian lainnya Syaifuddin (2020) mengembangkan media pembelajaran matematika berbasis video animasi *suscibe* di kelas 2 SDN Demangan Yogyakarta. Dengan demikian penelitian yang mengembangkan media pembelajaran matematika menggunakan *software* CX-ONE dalam bidang pendidikan matematika belum pernah dilakukan.

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah materi perbandingan. Materi ini sesuai dengan konsep media simulasi video otomasi industri berbantuan *software* Cx-One yang digunakan untuk mencampur bahan kimia tertentu dengan berbagai macam perbandingan. Harapannya adalah pembelajaran otomasi industri yang didasari oleh konsep matematika materi perbandingan diharapkan akan menarik minat peserta didik sehingga tujuan pembelajaran matematika program studi Kimia Industri, kimia analisis, dan teknik otomasi industri akan tercapai. Berdasarkan uraian diatas, dalam menyongsong revolusi industri 4.0 maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian "Pengembangan media

pembelajaran matematika berbasis video simulasi otomasi industri menggunakan software HMI *Cx-One*".

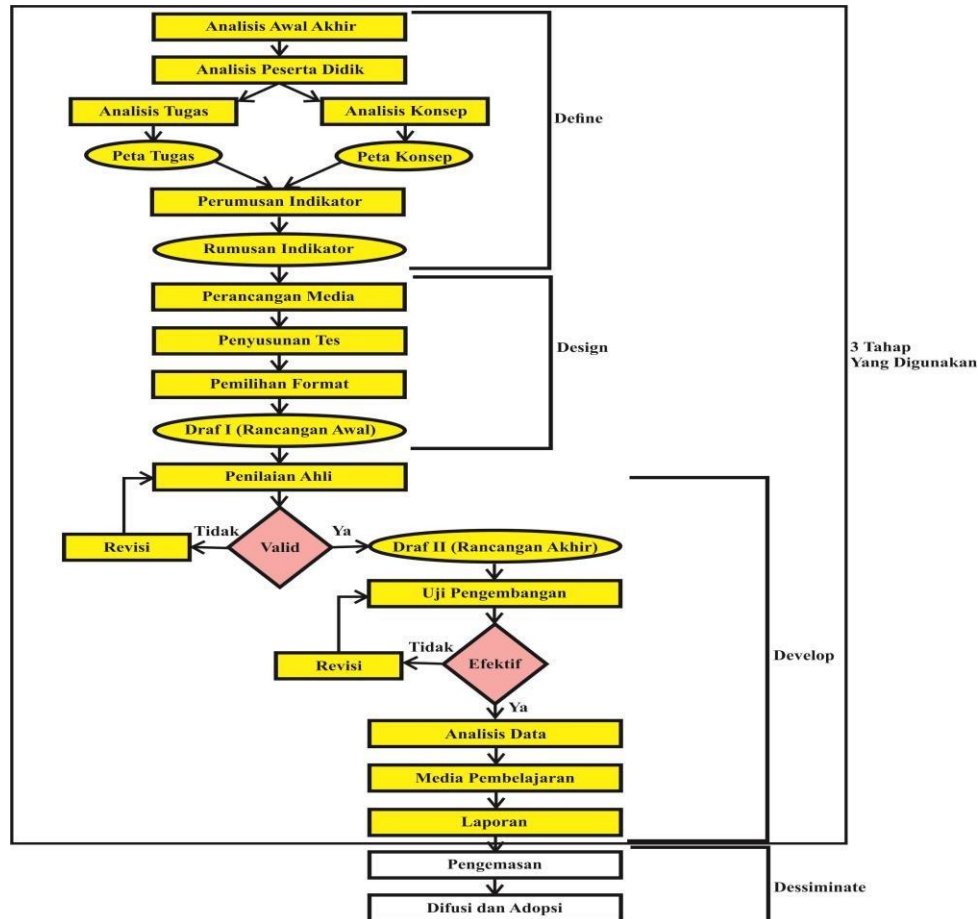
Sesuai dengan uraian yang telah dipaparkan, penelitian ini bertujuan: 1) mendeskripsikan proses pengembangan media pembelajaran matematika berbasis video simulasi otomasi industri menggunakan software HMI *Cx-One*, 2) menganalisis kelayakan media pembelajaran matematika berbasis video simulasi otomasi industri menggunakan software HMI *Cx-One*, 3) menganalisis efektivitas media pembelajaran matematika berbasis video simulasi otomasi industri menggunakan software HMI *Cx-One*.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian pengembangan atau *Research and Development (R&D)*. Metode penelitian (R&D) adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2013). Penelitian ini mengembangkan produk berupa media pembelajaran matematika berbasis video simulasi otomasi industri menggunakan software HMI *Cx-One*. Model pengembangan dalam penelitian ini diadaptasi dari Thiagarajan (1974) yaitu model pengembangan 4-D meliputi 4 tahap, yakni: tahap pendefinisian, tahap perancangan, tahap pengembangan, dan tahap penyebaran. Tahap penyebaran tidak dilakukan karena tidak sampai menguji keefektifan produk media pembelajaran. Tahapan pengembangan simulasi video menggunakan *software CX-ONE* dapat dilihat pada Gambar 1.

Tahap pertama **pendefinisian** yaitu melakukan identifikasi persyaratan yang dibutuhkan dalam mengembangkan media pembelajaran, yang terdiri dari 5 langkah. Langkah pertama adalah analisis awal-akhir bertujuan untuk menganalisis permasalahan mendasar yang dialami peserta didik saat pembelajaran. Langkah kedua adalah analisis peserta didik bertujuan untuk mengidentifikasi relevansi karakteristik peserta didik. Karakteristik ini meliputi kemampuan awal dan latar belakang pengalaman peserta didik. Langkah ketiga adalah analisis tugas dilakukan dengan cara mengidentifikasi tugas atau keterampilan-keterampilan peserta didik saat pembelajaran. Langkah keempat adalah analisis konsep dilakukan dengan cara mengidentifikasi, merinci, dan menyusun secara sistematis konsep

relevan yang akan dijadikan acuan dalam pengembangan simulasi video. Langkah kelima adalah spesifikasi tujuan pembelajaran.



Keterangan:

- = Kegiatan yang dilakukan
- = Urutan Kegiatan
- = Hasil Kegiatan yang dilakukan

Gambar 1. Diagram Proses Pengembangan 4D

Tahap kedua **perancangan** yaitu mendesain *prototype* media pembelajaran. Kegiatan pada tahap ini adalah: 1) Penyusunan tes kriteria berdasarkan spesifikasi tujuan pembelajaran, analisis dan disesuaikan dengan kemampuan peserta didik, 2) Pemilihan media pembelajaran yang dikembangkan dan basis yang digunakan dalam menyampaikan media pembelajaran tersebut, 3) Pemilihan format adalah pemilihan jenis media yaitu video,

mendesain atau merancang isi materi perbandingan, pendekatan saintifik, pemilihan model pembelajaran discovery learning, dan metode pembelajaran yang digunakan adalah demonstrasi; 4). Desain awal merupakan rancangan media pembelajaran yang dikembangkan sebelum diuji cobakan secara terbatas kepada peserta didik.

Tahap ketiga **pengembangan** bertujuan untuk membuat media video pembelajaran. Langkah-langkah tahap pengembangan, yaitu: 1) Penilaian ahli yaitu penilaian ahli materi dan penilaian ahli media, 2) Uji pengembangan atau uji coba bertujuan untuk mendapatkan secara langsung respon, reaksi, komentar peserta didik terhadap media pembelajaran yang sudah dikembangkan. Uji pengembangan dilakukan di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) kelas X dengan memberikan *pretest* terlebih. Kemudian, peserta didik melakukan proses pembelajaran menggunakan pendekatan saintifik dengan model *discovery learning*. Ketika proses pembelajaran berlangsung, peneliti menggunakan simulasi video *software CX-ONE*. Pada proses pembelajaran ini terdapat latihan-latihan soal yang dapat dikerjakan oleh peserta didik langsung pada video simulasi tersebut. Diakhir proses pembelajaran dilakukan *posttest* dan angket respon peserta didik. Uji coba tes tulis ini menggunakan sistem *One Group Pretest-Posttest Design*. Sedangkan, respon peserta didik diukur menggunakan angket respon peserta didik yang disebarkan setelah peserta didik menggunakan simulasi video *software CX-ONE* yang sudah dikembangkan.

Subjek dalam uji kelayakan dan pemahaman video simulasi otomasi industri adalah 36 peserta didik kelas X program studi Analisis Kimia/Kimia Industri SMKN 1 Panjatan Yogyakarta. Pemilihan kelas tersebut didasarkan pada materi perbandingan diajarkan pada kelas tersebut. Jenis data yang diperoleh dalam penelitian ialah data kuantitatif dan data kualitatif. Data kuantitatif berupa skor instrumen validasi oleh para ahli media dan materi, skor angket respon serta hasil tes peserta didik. Data kualitatif didapatkan berdasarkan hasil telaah validator berupa saran.

Kelayakan media dilihat dari analisis validasi para ahli terhadap materi dan media, dan juga analisis validasi terhadap instrumen tes. Analisis validasi para ahli terhadap instrument tes menggunakan instrumen validasi dengan kriteria sebagai berikut: 1) skor 1 dengan kriteria tidak baik; 2) skor 2 dengan kriteria kurang baik; 3) skor 3 dengan kriteria cukup baik; skor 4 dengan kriteria Baik; dan 5) skor 5 dengan kriteria sangat baik. (Riduwan, 2012).

Selanjutnya, data yang diperoleh dianalisis dengan rumus sebagai berikut:

$$P(\%) = \frac{\sum \text{Skor yang diperoleh}}{\text{skor kriteriaum}} \times 100\%$$

Dengan skor kriteriaum = skor tertinggi setiap item \times jumlah item.

Selanjutnya, nilai persentase yang diperoleh diinterpretasikan untuk mengetahui kelayakan simulasi video *software* CX-ONE yang dikembangkan menggunakan kriteria (Riduwan, 2012): 1) 0% - 20% (tidak layak), 2) 21% - 40% (kurang layak). 3) 41% - 60% (Cukup Layak), 4) 61% - 80% (Layak), dan 5) 81% - 100% (sangat layak). Media pembelajaran dikatakan layak jika diperoleh $\geq 61\%$. Media akan dikatakan praktis jika validasi media dari validator menunjukkan media layak atau tanpa revisi.

Analisi angket respon guru dan peserta didik yang didapat menggunakan rumus yang dikembangkan (Riduwan, 2012) di atas. Sedangkan kriteria respon guru dan peserta didik berdasarkan (Nozi, 2013) sebagai berikut: 1) $RS \geq 80\%$ atau kategori sangat baik; 2) $60\% \leq RS < 80\%$ atau kategori baik; 3) $40\% \leq RS < 60\%$ atau kategori cukup baik; dan 4) $< 40\%$ atau kategori tidak baik. Respon guru dan peserta didik terhadap media dikatakan baik jika persentase yang diperoleh $\geq 70\%$ atau termasuk positif atau sangat positif.

Analisis tes hasil belajar peserta didik ini bertujuan untuk menentukan keefektifan dari media pembelajaran yang dikembangkan. Analisis ini ada dua yaitu data yang meliputi ketuntasan hasil belajar dan peningkatan hasil belajar peserta didik. Analisis ketuntasan hasil belajar peserta didik dilihat dari *Posttest* peserta didik secara individu menggunakan rumus (Tri Widodo, 1995: 105-107):

$$KB = \frac{\sum \text{skor yang diperoleh peserta didik}}{\sum \text{skor total}} \times 100$$

Peserta didik secara individu dianggap tuntas jika mendapat nilai ≥ 65 , dan ketuntasan klasikal $\geq 75\%$ peserta didiknya mengalami ketuntasan individualnya. Ketuntasan klasikal menggunakan rumus berikut:

$$KK = \frac{\sum \text{peserta didik yang tuntas}}{\sum \text{peserta didik}} \times 100\%$$

Analisis peningkatan hasil belajar peserta didik ini menggunakan nilai dari *Pretest* dan *Posttest* peserta didik yang sudah dilakukan, sehingga rumusnya seperti berikut:

$$Gain = \frac{(skor\ posttest - skor\ pretest)}{(skor\ maksimum - skor\ pretest)}$$

Hasil belajar peserta didik dikatakan meningkat jika nilai *Gain* (g) $\geq 0,3$ atau termasuk kriteria sedang sesuai dengan nilai gain (g) sebagai berikut: 1) $g \geq 0,7$ termasuk kategori tinggi; 2) $0,3 \leq g < 0,7$ termasuk kategori sedang; dan 3) $g < 0,3$ termasuk kategori kurang. (Hake,1998). Simulasi video *software* Cx-One dikatakan efektif jika peserta didik mengalami peningkatan $\geq 0,3$ atau termasuk kriteria sedang atau tinggi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengembangan media pembelajaran matematika berbasis video simulasi otomasi industri menggunakan software HMI Cx-One.

Hasil penelitian ini adalah suatu produk berupa media pembelajaran berbasis video otomasi industri pada materi perbandingan kelas X Kimia Industri semester ganjil. Media pembelajaran yang dihasilkan tersebut digunakan untuk meningkatkan minat belajar dan pemahaman konsep matematika peserta didik. Penelitian ini merupakan jenis penelitian *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan 4-D (*Four D-Models*) yang memiliki 4 tahapan. Tahapan tersebut terdiri dari tahap *define* (pendefinisian), *design* (perancangan), *develop* (pengembangan), dan *disseminate* (penyebaran).

Tahap pertama adalah **pendefinisian** ini mencakup fakta dan serangkaian kebutuhan dalam pembelajaran matematika di SMKN 1 Panjatan Yogyakarta. Tahap pendefinisian dibagi menjadi beberapa langkah, yang dijelaskan yang sebagai berikut:

Analisis awal dari penelitian pengembangan ini yaitu menemukan dan menetapkan masalah dasar yang dihadapi dalam pembelajaran matematika di SMK. Dalam hal ini, pengkajian meliputi kurikulum dan permasalahan yang ada di lapangan sehingga dibutuhkan solusi yang sesuai dengan permasalahan yang dihadapi.

Pada tahap analisis penelitian ini peneliti melakukan observasi di sekolah untuk memperoleh informasi yang diperlukan. Sekolah yang dijadikan penelitian yaitu SMK Negeri 1 Panjatan Yogyakarta. Pelaksanaan wawancara dengan guru mata pelajaran matematika melalui *whatsapp*. Berikut beberapa hasil wawancara dengan guru mata pelajaran matematika: 1) Kurikulum yang digunakan di SMKN 1 Panjatan Yogyakarta, khususnya kelas X Kimia Industri 1 adalah K13 REV 2017, 2) Bahan ajar yang digunakan berupa LKS noneksperimen yang terdiri dari rangkuman materi dan beberapa latihan soal

untuk kalangan sendiri, 3) Metode yang digunakan dalam pembelajaran matematika yaitu video konferensi, dan penugasan, 4) Penyajian materi yang disampaikan guru disampaikan secara runtut dan sistematis sesuai dengan materi yang tertera dalam LKS.

Analisis peserta didik bertujuan untuk mengetahui karakteristik peserta didik. Berdasarkan hasil wawancara peserta didik, karakteristik peserta didik di SMKN 1 Panjatan Yogyakarta khususnya kelas X Kimia Industri 1 memiliki respon aktif dalam menyelesaikan tugas-tugas. Pemahaman konsep peserta didik pada mata pelajaran matematika terlihat baik. Karena dalam soal pretest nomor 1, 82,35% dari jumlah peserta didik menguasai konsep perbandingan. Berdasarkan uraian di atas, maka dikembangkan media pembelajaran interaktif berbasis simulasi video HMI (*Human Machine Interface*) otomasi industri. Media pembelajaran ini diharapkan mampu meningkatkan minat belajar dan pemahaman konsep matematika peserta didik.

Tahap analisis tugas, peneliti telah merinci tugas isi materi ajar secara garis besar dari Standar Kompetensi (SK) dan Kompetensi Dasar (KD) yang diambil dari silabus yang digunakan di SMKN 1 Panjatan Yogyakarta. Materi yang digunakan untuk penelitian ini yaitu materi perbandingan. Alokasi waktu yang digunakan yaitu 1 kali pertemuan di kelas uji coba terbatas selama 3 jam pembelajaran atau 3X45 menit, dan 1 kali pertemuan di kelas ujicoba lapangan operasional. Materi perbandingan yang diajarkan meliputi: konsep perbandingan, menyederhanakan dua besaran yang berbeda, perbandingan senilai, perbandingan berbalik nilai, dan menyelesaikan masalah nyata berkaitan program studi kimia industri.

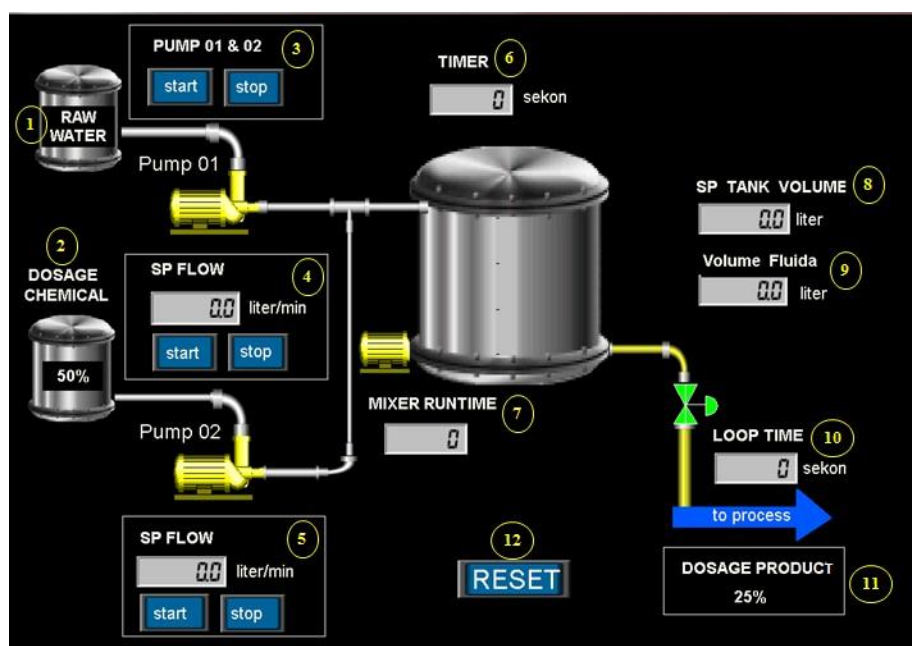
Analisis konsep merupakan identifikasi konsep-konsep utama yang akan diajarkan dan menyusun secara sistematis dan merinci konsep-konsep yang relevan serta mengaitkan konsep yang satu dengan konsep lain yang relevan sehingga membentuk peta konsep. Peta konsep yang disusun adalah peta konsep materi perbandingan. Perumusan tujuan pembelajaran didasarkan pada SK dan KD yang tercantum dalam RPP tentang perbandingan. Tujuan yang diharapkan dari pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis video otomasi industri.

Instrumen penelitian yang disusun terdiri dari perangkat pembelajaran dan instrumen pengambilan data. Perangkat pembelajaran terdiri dari RPP, *flow shart* media pembelajaran

interaktif berbasis video otomasi industri, sedangkan instrumen pengambilan data berupa angket respon peserta didik terhadap media , angket minat awal dan minat akhir, soal tes pemahaman konsep yaitu berupa *pretest* dan *posttest* beserta lembar validasinya, lembar penilaian kelayakan media pembelajaran interaktif berbasis video otomasi industri untuk dosen ahli dan guru matematika SMK.

Tahap kedua adalah **rancangan**, merupakan tahap merancang *draft* awal yang akan digunakan dalam pembelajaran materi perbandingan. Pada tahap ini peneliti merancang *draft* media pembelajaran berbasis video otomasi industri, RPP dan instrumen pengumpulan data yang kemudian divalidasi oleh validator ahli dan validator materi.

Format yang digunakan dalam perancangan produk berupa media pembelajaran berbasis video otomasi industri yang dibuat menggunakan *software* CX-ONE dengan materi perbandingan merujuk pada Kurikulum 13 (K13) Revisi 2017. Media digunakan pada pembelajaran matematika untuk meningkatkan minat belajar dan pemahaman konsep peserta didik. Rancangan awal media penelitian ini adalah dengan membuat produk dalam bentuk video otomasi industri dimana dapat digunakan sebagai media pembelajaran yang menarik. Tampilan awal produk yang dikembangkan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Tampilan awal produk

Gambar 2 merupakan tampilan aplikasi simulasi transfer bahan baku cair dengan 2 pompa air yang memiliki pengatur debit yang berbeda. Hal ini akan mempengaruhi lama waktu untuk memenuhi tanki produk. Dari Gambar 2 simulasi di atas dapat dijelaskan hal-hal sebagai berikut:

- 1) **RAW WATER** adalah air baku. Contoh air baku adalah air laut, air sungai, air tanah, air gambut, air limbah, dll.
- 2) **DOSAGE CHEMICAL** adalah dosis bahan kimia dalam larutan pekatnya.
- 3) Tombol **PUMP 01 & 02. Start** untuk menghidupkan pompa 01 dan 02 secara bersamaan. **Stop** untuk mematikan pompa 01 dan 02 secara bersamaan.
- 4) **SP FLOW PUMP 01** (*set point* debit) adalah debit yang diinginkan pengguna dengan interval nilai 0-6500 pada pompa 01 dimana nilai tersebut menggunakan satuan liter/menit. Misalkan kita isi 6000 liter/menit pada pompa 01.
- 5) **SP FLOW PUMP 02** (*set point* debit) adalah debit yang diinginkan pengguna dengan nilai 0-6500 pada pompa 02 dimana nilai tersebut menggunakan satuan liter/menit. Misalkan kita isi 1000 liter/menit pada pompa 02.
- 6) **TIMER** merupakan tampilan dari lama waktu simulasi hingga selesai. Satuan waktu untuk simulasi ini adalah detik.
- 7) **MIXER RUNTIME** yaitu waktu nyala pengaduk supaya bercampur hingga homogen sebelum kran dibuka. Satuan waktunya adalah detik. MIXER RUNTIME ini terkoneksi dengan VALVE atau kran TANKI apabila diisi 0 detik maka VALVE tidak bisa dibuka. Misalkan kita menginginkan lama pengadukan 5 detik.
- 8) **SP TANK VOLUME** (*set point* volume tanki) adalah banyaknya ruang yang ditempati fluida yang ada dalam tanki. Volume tanki dapat di ubah sesuai kebutuhan pengguna dengan interval nilai 0-25000 dimana nilai tersebut menggunakan satuan liter. Misalkan kita menginginkan volume tanki tersebut sebesar 24000 liter.
- 9) **VOLUME FLUIDA** adalah volume aktual fluida yang sudah ditransfer melalui pompa air 01 dan atau pompa air 02.
- 10) **LOOP TIME** yaitu lama waktu kran pada posisi *open* atau buka untuk ke step selanjutnya.
- 11) **DOSAGE PRODUCT** adalah dosis akhir bahan kimia setelah bercampur secara homogen menjadi produk.
- 12) **RESET** berfungsi mengembalikan seluruh pengaturan mulai dari 0 lagi.

Tahap ketiga adalah **pengembangan** yang terdiri atas penilaian validator ahli, dan uji pengembangan produk. *Draft* yang telah divalidasi dan telah melalui tahap revisi diujicobakan ke sekolah. Uji coba dilakukan dengan melibatkan peserta didik kelas X SMKN

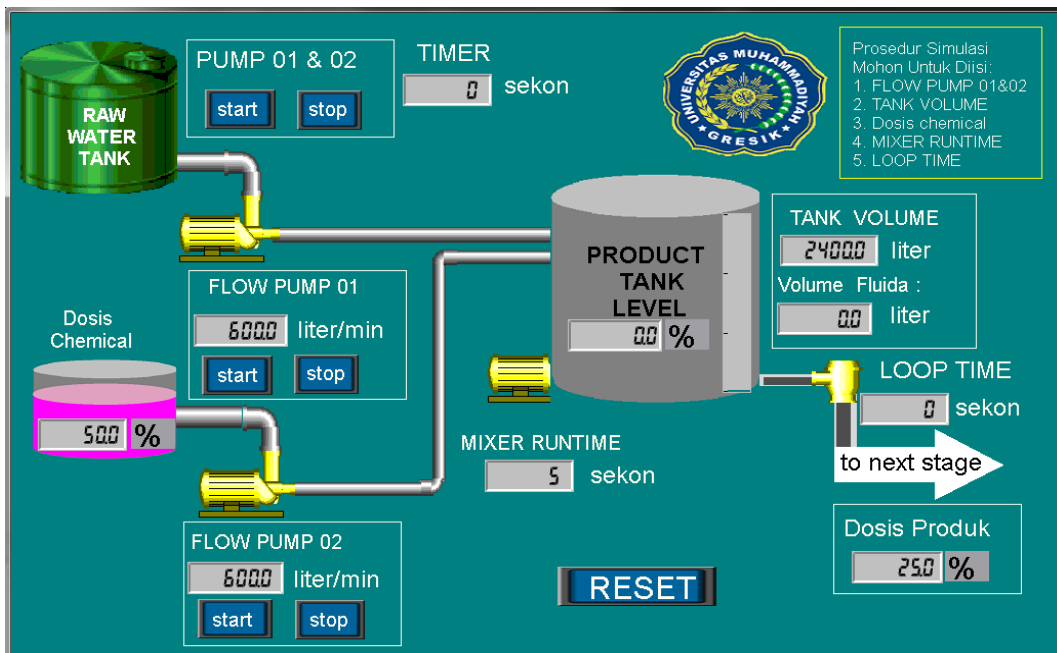
1 Panjang. Hasil uji coba menjadi pertimbangan pada produk akhir. Seluruh rancangan media dan instrumen sebelum diujicobakan di sekolah, terlebih dahulu harus divalidasi. Validasi dilakukan oleh validator ahli media (dosen) dan validator materi (dosen). Validasi ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan dari media pembelajaran berbasis video otomasi industri yang akan digunakan untuk uji coba. Berikut ini uraian mengenai hasil validasi dari media pembelajaran dan instrumen pengumpulan data:

Kelayakan media pembelajaran matematika berbasis video simulasi otomasi industri menggunakan software HMI Cx-One.

Media pembelajaran interaktif berbasis video otomasi industri divalidasi oleh validator ahli. Kelayakan media pembelajaran interaktif berbasis video otomasi industri dianalisis berdasarkan kriteria kelayakan ditunjukkan pada bagian metode penelitian. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, media pembelajaran interaktif berbasis video otomasi industri secara keseluruhan memiliki rata-rata seluruh aspek sebesar 96,30% dengan kategori sangat baik. Sedangkan analisis validasi media berdasarkan masing-masing kriteria adalah: 1) Kesederhanaan adalah 90 % dengan kategori sangat baik; 2) Keterpaduan adalah 100 % dengan kategori sangat baik; 3) Penekanan adalah 100 % dengan kategori sangat baik; 4) Keseimbangan adalah 100 % dengan kategori sangat baik; 5) Bentuk adalah 100 % dengan kategori sangat baik; 6) Warna adalah 80 % dengan kategori baik; 7) Format adalah 100% dengan kategori sangat baik; 8) Isi adalah 97 % dengan kategori sangat baik; 9) Bahasa adalah 100% dengan kategori sangat baik.

Berdasarkan hasil analisis validasi soal tes pemahaman konsep (*pretest* dan *posttest*) yang dilakukan oleh validator ahli materi, lembar soal *pretest* dan *posttest* memiliki skor kriterium sebesar 88,57% sehingga termasuk dalam kategori kualitas sangat baik. Analisis validasi soal tes berdasarkan masing-masing kriteria adalah: 1) Kesesuaian soal dengan indikator tes pemecahan masalah matematika adalah 80% dengan kategori baik; 2) Kejelasan petunjuk pengerjaan soal adalah 100% dengan kategori sangat baik; 3) Kejelasan maksud soal adalah 80% dengan kategori baik; 4) Kemungkinan soal dapat terselesaikan adalah 80% dengan kategori baik; 5) Kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia yang benar (EYD) adalah 100% dengan kategori sangat baik; 6) Menggunakan pilihan kata yang jelas dan tidak bermakna ganda adalah 100% dengan kategori sangat baik; 7) Menggunakan bahasa yang sederhana, komunikatif dan mudah dimengerti adalah 80% dengan kategori baik.

Hasil nilai *percent agreement* (PA) seluruh instrument penelitian adalah sebagai berikut: 1) media pembelajaran interaktif berbasis video otomasi industri adalah 96,30% dengan kategori sangat baik; dan 2) Soal tes pemahaman konsep (*pretest/posttest*) adalah 88,57% dengan kategori sangat baik. Dari hasil analisis PA diketahui bahwa media pembelajaran berbasis video otomasi industri dan soal tes pemahaman konsep (*pretest/posttest*) memiliki nilai 88,57%. Instrumen penelitian memiliki nilai PA di atas 80% sehingga perangkat instrumen dapat dikatakan sangat layak digunakan pada uji coba.



Gambar 3. Media Pembelajaran setelah direvisi.

Setelah melalui tahap validasi oleh validator ahli, validator menyatakan bahwa instrumen layak untuk digunakan ujicoba lebih lanjut. Disamping memvalidasi media dan lembar soal dalam bentuk angka, validator juga memberi perbaikan pada instrumen yang ada dalam bentuk komentar atau saran. Komentar dan saran tersebut adalah warna *background*, sesuai *Human Computer Interaction* direkomendasikan warna putih atau biru. Karena mudah fokus ditangkap mata dan sensor saraf otak. Berdasarkan masukan tersebut kemudian peneliti mengganti *background* menjadi warna biru. Sehingga media akhir adalah seperti pada Gambar 3.

Respon guru terhadap media pembelajaran matematika berbasis simulasi video otomasi industri berbantuan *Software CX-One*.

Respon guru terhadap media pembelajaran diperoleh dengan memberikan angket respon guru pada saat uji coba terbatas disekolah melalui daring. Saat uji coba terbatas, guru diperkenalkan dengan media dengan memintanya untuk men-upload media yang telah dilengkapi dengan petunjuk penggunaan. Setelah itu guru diminta untuk mengisi anket respon yang telah dikirim bersamaan dengan media pembelajaran. Angket yang diberikan terdiri 20 pertanyaan dengan mencentang () kolom dengan kriterium 1 – 5 yang sesuai dengan pernyataan angket. Senada dengan Sugiyono (2016: 42) yang menjelaskan bahwa angket (kuisisioner) adalah teknik pengumpulan data dengan mengajukan pertanyaan ataupun pernyataan tertulis yang akan dijawab responden.

Persentase perolehan hasil angket respon guru terhadap media pembelajaran adalah 88% termasuk kriteria sangat baik. Respon guru tersebut sesuai dengan yang dikemukakan Nozi (2013) bahwa jika persentase respon guru $\geq 80\%$ dapat dikategorikan sangat baik. Sedangkan kriteria respon guru terhadap media dikatakan baik jika persentase yang diperoleh $\geq 70\%$ atau termasuk positif. Sehingga media pembelajaran matematika berbasis simulasi video otomasi industri berbantuan *Software CX-One* dikategorikan positif.

Hampir keseluruhan aspek kriteria penilaian pernyataan memperoleh jawaban sempurna dengan memilih kriteria 4 (menarik) dan 5 (sangat menarik). Dari 20 pernyataan angket respon guru, pilihan kriteria 5 atau sangat menarik terdapat 8 pernyataan, pilihan kriteria 4 atau menarik terdapat 12 pernyataan. Pilihan kriteria menarik antara lain: 1) memberikan pengalaman dan pengetahuan belajar pada peserta didik; 2) Kesesuaian dengan SK, KD dan Indikator; 3) Kesesuaian dengan kehidupan sehari-hari; 4) Warna unsur tata letak harmonis; 5) Huruf yang digunakan menarik dan mudah dibaca; 6) Kemenarikan animasi; 7) Kesesuaian kaidah Bahasa Indonesia; dan 8) Keterlibatan peserta didik. Sedangkan pilihan jawaban menarings antara lain pada kriteria: 1) Kesesuaian dengan tujuan pembelajaran; 2) Contoh yang diberikan sesuai dengan teori; 3) Tidak terlalu banyak menggunakan kombinasi huruf; 4) Keterbacaan teks; 5) Kemenarikan gambar; 6) Bahasa yang digunakan komunikatif; 7) Kalimat yang digunakan untuk menjelaskan materi mudah dipahami; 8) Kalimat yang digunakan tidak menimbulkan makna ganda; 9) Keruntutan konsep; 10) Keefektifan program media pembelajaran; 11) Kepraktisan media dalam pengoperasiannya; 12) Kemudahandalam penyebaran media

Respon peserta didik terhadap media pembelajaran matematika berbasis video simulasi otomasi industri menggunakan software HMI Cx-One.

Respon peserta didik terhadap media pembelajaran diperoleh dengan memberikan angket respon peserta didik pada saat uji coba terbatas disekolah melalui daring. Saat uji coba terbatas, peserta didik diperkenalkan dengan media dengan memintanya untuk men-upload media pembelajaran sebelum pembelajaran dimulai. Di akhir pembelajaran peserta didik diminta untuk mengisi anket respon yang telah dikirim bersamaan dengan media pembelajaran. Angket yang diberikan terdiri 5 pertanyaan dengan mencentang () kolom dengan kriterium 1 – 5 yang sesuai dengan pernyataan angket.

Persentase perolehan hasil angket respon peserta didik terhadap media pembelajaran adalah 88,67% termasuk kriteria sangat baik. Respon peserta didik tersebut sesuai dengan yang dikemukakan Nozi (2013) bahwa jika persentase respon peserta didik $\geq 80\%$ dapat dikategorikan sangat baik. Sedangkan kriteria respon peserta didik terhadap media dikatakan baik jika persentase yang diperoleh $\geq 70\%$ atau termasuk positif. Sehingga media pembelajaran matematika berbasis simulasi video otomasi industri berbantuan *Software CX-One* dikategorikan positif.

Semua aspek kriteria penilaian pernyataan memperoleh jawaban kategori sangat baik. Aspek kriteria respon peserta didik adalah sebagai berikut: 1) aspek pemahaman memperoleh 88,5% dengan kategori sangat baik; 2) aspek kualitas tampilan memperoleh 90% dengan kategori sangat baik; 3) aspek pemilihan aplikasi memperoleh 90% dengan kategori sangat baik; 4) aspek kemudahan operasional memperoleh 90% dengan kategori sangat baik; dan 5) aspek kehandalan memperoleh 90% dengan kategori sangat baik

Analisis ketuntasan belajar dan peningkatan pemahaman konsep peserta didik

Tes hasil belajar terdiri dari 2 komponen, tes hasil belajar pretest dan posttest. Pretest diberikan saat akan memulai pembelajaran pada ujicoba terbatas, kemudian dilakukan pembelajaran menggunakan media pembelajaran matematika berbasis simulasi video otomasi industri berbantuan CX-One. Setelah selesai pembelajaran dilakukan posttest. Lembar soal pretest dan posttest adalah sama terdiri dari 5 soal uraian dengan materi perbandingan. Jawaban peserta didik atas lembar soal baik pretest maupun posttest yang

diberikan kemudian dikoreksi berdasarkan pedoman penskoran yang telah disusun dan kemudian diberi skor berdasarkan pedoman Widodo (1995: 105-107). Skor pretest dan posttest dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan hasil pretest kelas ujicoba diperoleh hanya 2 dari 36 peserta didik yang memenuhi syarat ketuntasan secara individu. Dimana syarat ketuntasan secara individu peserta didik memperoleh nilai ≥ 65 . Jika dilihat dari ketuntasan klasikal, maka dengan menggunakan pedoman Widodo (1995: 105-107) diperoleh hanya 5%. Nilai pretest ini nantinya akan dipergunakan untuk mencari nilai gain dalam menentukan keefektifan media pembelajaran matematika berbasis video simulasi otomasi industri menggunakan software HMI *Cx-One*.

Tabel 1. Nilai pretest & posttest kelas X KI 1 SMKN 1 Panjatan Yogyakarta

No	NAMA ALIAS	Skor		Absolut Gain	Gain	Kategori
		Pretest	Posttest			
1	AN	40	85	45	0,8	tinggi
2	AgS	40	100	60	1,0	tinggi
3	AIS	80	85	5	0,3	rendah
4	AWPHW	0	20	20	0,2	rendah
5	ANW	20	100	80	1,0	tinggi
6	ANK	20	85	65	0,8	tinggi
7	ANA	40	85	45	0,8	tinggi
8	ANR	40	100	60	1,0	tinggi
9	ADS	20	65	45	0,6	sedang
10	ArM	40	80	40	0,7	sedang
11	CSPM	0	65	65	0,7	sedang
12	DN	40	85	45	0,8	tinggi
13	DA	40	65	25	0,4	sedang
14	DP	80	85	5	0,3	rendah
15	ESW	40	45	5	0,1	rendah
16	EI	40	45	5	0,1	rendah
17	KJK	0	65	65	0,7	sedang
18	LSV	20	85	65	0,8	tinggi
19	Mar	0	85	85	0,9	tinggi
20	MR	0	100	100	1,0	tinggi
21	ML	20	40	20	0,3	rendah
22	NPH	20	40	20	0,3	rendah

23	NJ	20	40	20	0,3	rendah
24	NNES	20	85	65	0,8	tinggi
25	NH	0	85	85	0,9	tinggi
26	PA	20	65	45	0,6	sedang
27	PYA	20	75	55	0,7	sedang
28	PR	40	85	45	0,8	tinggi
29	RN	60	65	5	0,1	rendah
30	RP	0	65	65	0,7	sedang
31	RPA	40	40	0	0,0	rendah
32	RM	40	85	45	0,8	tinggi
33	SR	0	85	85	0,9	tinggi
34	SIR	0	65	65	0,7	sedang
35	SA	20	85	65	0,8	tinggi
36	SZNK	0	40	40	0,4	sedang
RATA-RATA		26	72	46	0,59	SEDANG

Berdasarkan hasil posttest kelas ujicoba diperoleh 18 dari 36 peserta didik yang memenuhi syarat ketuntasan secara individu. Jika dilihat dari ketuntasan klasikal, maka dengan menggunakan pedoman Widodo (1995: 105-107) diperoleh 77,78%. Ketuntasan klasikal ini sudah memenuhi persyaratan ketuntasan klasikal yaitu peserta didik dinyatakan tuntas secara klasikal apabila terdapat $\geq 75\%$ peserta didik mengalami ketuntasan dalam belajarnya. Nilai posttest ini juga dipergunakan untuk mencari nilai gain dalam menentukan keefektifan media pembelajaran matematika berbasis video simulasi otomasi industri menggunakan software HMI *Cx-One*.

Analisis peningkatan hasil belajar peserta didik menggunakan nilai dari *Pretest* dan *Posttest* peserta didik menggunakan pedoman Hake (1998). Berdasarkan Tabel 1, maka nilai Gain antara nilai pretest dan posttest adalah 0,59.

Nilai Gain ini menyatakan bahwa hasil belajar peserta didik dikatakan sudah meningkat. Hasil Gain ini dikatakan sudah karena sudah memenuhi kriteria bahwa hasil belajar peserta didik dikatakan meningkat jika nilai *Gain* (g) $\geq 0,3$. Nilai Gain 0,59 termasuk kriteria sedang sesuai pedoman Hake. (1998) yang menyatakan apabila $0,3 \leq g < 0,7$ termasuk kategori sedang. Simulasi media pembelajaran matematika berbasis simulasi video otomasi industri berbantuan CX-One dikatakan efektif. Hal ini sesuai Hake (1998) yang menyatakan bahwa media pembelajaran dikatakan efektif jika peserta didik mengalami peningkatan (g) $\geq 0,3$

atau termasuk kriteria sedang atau tinggi. Dilihat dari masing-masing klasifikasi peningkatan nilai Gain (g) pemahaman konsep peserta didik, maka diperoleh: 1) Nilai $g \geq 0,7$ dengan kategori tinggi sebanyak 16 peserta didik atau 44,44%; 2) Nilai $0,3 \leq g < 0,7$ dengan kategori sedang sebanyak 10 peserta didik atau 27,78%; dan nilai $g < 0,3$ sebanyak 10 peserta didik atau 27,78%.

Kesimpulan

Berdasarkan data hasil penelitian dan pembahasan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut: 1) Proses pengembangan media pembelajaran matematika berbantuan simulasi video otomasi industri menggunakan *software CX-One* menggunakan model 4D diadaptasi dari Thiagarajan (1974) dengan tahap *define, design, development dan disseminate*. Tetapi dalam penelitian ini hanya sampai pada tahap *define, design, dan development*. 2) Validasi media oleh validator diperoleh 96,30% (kategori sangat baik), validasi instrumen tes diperoleh 88,57% (kategori sangat baik). Dari validasi media dan instrumen tersebut diperoleh nilai *PA (Percent Agreement)* di atas 80%, sehingga media pembelajaran dinyatakan sangat layak digunakan, 3) Respon guru menunjukkan nilai yang positif dengan prosentase 88% (kategori sangat baik) dan respon peserta didik positif dengan prosentase 81,26 % (kategori sangat baik), ketuntasan peserta didik secara kalsikal memperoleh 77,78% (tuntas). Dengan demikian media pembelajaran dinyatakan efektif. 5) Peningkatan hasil belajar peserta didik menggunakan media pembelajaran matematika berbasis video simulasi otomasi industri menggunakan *software HMI Cx-One* terjadi peningkatan. Hal ini ditunjukkan dengan nilai gain (g) sebesar 0,46 yang berada pada kategori sedang.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrs, O. 2020. "Using Industry 4.0 Technologies for Teaching and Learning in Education Process". dalam T. Brezina & R. Jablonski (ED.), "Advances in Intelegant Systems and Computing", hal. 149-156. Cham: Springer International Publising. http://doi.org/10.1007/978-3-319-65960-2_20
- Benesova, A., & Tupa, J. 2017. "Requirements for Education and Qualification of people in Industry 4.0." *Procedia Manufacturing*, 11, 2195-2202. <http://doi.org/10.16/j.promfg.2017.07.366>
- Kemristekdikti. 2020. *Pengembangan Iptek dan Pendidikan Tinggi di Era Revolusi Industri 4.0*. <http://www.ristekdikti.go.id/pengembangan-ip-tek-dan-pendidikan-tinggi-di-era-revolusi-industri-4-0/>

- Hake, Richard R.1998. *Analyzing Change/Gain Scores* <http://www.physics.indiana.edu/-sdi?AnalyzingChange-Gain.pdf>
- Heri Haryanto, Sarif Hidayat. 2012. “Perancangan HMI (Human Machine Interface),” *SETRUM*, Vol. 1, No. 2
- Indrawan, Irvan, Haritman, E, & Hakim, D.L. 2013. “Pembuatan Antarmuka Mesin Manusia pada Modul Latih PLC Berbasis Perangkat Lunak Cx Designer”. *ELECTRANS*, VOL.12, NO.2, September 2013 , 97 – 106. ISSN 1412 – 3762.
<http://jurnal.upi.edu/electrans>.
- Makarim, Nadiem. “Merdeka membuka Program Studi bagi PTN PTS akreditasi A dan B | KAMPUS MERDEKA" Youtube, diunggah oleh KEMENDIKBUD RI, 25 Juli 2020, https://m.youtube.com/watch?v=HWyPcV_zYEQ
- Murtiyasa, B. 2015. “Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika UMS”. dalam “Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika UMS 2015”, hal. 28-47.
- Mishra, P., & Henriksen, D. 2020. *Creativity, Technology & Education : Exploring their Converge*. Cham: Springer Internasional Publising.
<http://doi.org/10.1007/978-3-319-70275-9>
- Ramli Muhammad, Media Pembelajaran dalam Perspektif Al-Quran dan Hadist, Kalimantan Vol.13 No.23 (2015)
- Nozi, O.A, Asrizal, dan Zuhendri, “Pembuatan Bahan Ajar Matematika Berbasis WEB Pada Konsep Termodinamika untuk Pembelajaran menurut Standar proses Siswa Kelas XIII SMK” (Pillar Of Physics Education, Vol. 2. Oktober 2013) hal. 12.
- Riduwan. 2012. *Metode dan Teknik Menyusun Proposal Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Saadah Ifa Datus. 2020. ”Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Berbasis Video Animasi dengan Menggunakan Adobe After Effect” (Jurnal Pendidikan Sunan Ampel Surabaya)
- Santoso, Y.N, Wicaksono, H & Santoso, P. (2013). “Sistem SCADA Berbasis Internet Untuk Model Otomasi Bangunan”. *Jurnal Dimensi Teknik Elektro* Vol. 1, No. 1, (2013) 18-23
- Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian*. Bandung: Alfabeta. p. 102.
- Sugiyono. 2016. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*. Bandung: Alfabeta. p. 42
- Syaifuddin Mohammad. 2020. ”Pengembangan Media Pembelajaran Matematika kelas II Berbasis Video Animasi Suscibe pada Materi Satuan Panjang, Berat, dan Waktu di SDN Demangan Yogyakarta” (Jurnal Pendidikan UIN Sunan Kalijaga)
- Syamsul, Eka, 2016. Belajar PLC dan Belajar Otomasi Industri dengan Software Simulasi PLC. Tersedia: <http://jagootomasi.com/BELAJAR-PLC-DAN-BELAJAR-OTOMASI-INDUSTRI-DENGAN-SOFTWARE-SIMULASI-PLC/>. Diakses 4 Oktober 2020

- Thiagarajan, Sivasailam, dkk. (1974). *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children*. Washinton DC: National Center for Improvement Educational System.
- Widodo, Antonius Tri. 1995. *Modifikasi Tes Rumpang untuk Bahan Ajar MKIMIA INDUSTRI*. Skripsi. Semarang: UNNES.
- Vodenko, K. V., Komissarova, M. A., & Kulinov, M. M. 2019. Modernization of the Standards of Education and Personnel Training Due to Development of Industry 4.0 in the Conditions of Knowledge Economy's Formation (hal. 183-192).
https://doi.org/10.1007/978-3-319-94310-7_18