

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN MIKROKONTROLER ANTARMUKA I²C DI SMK NEGERI 2 PENGASIH

DEVELOPMENT OF I²C INTERFACE MICROCONTROLLER LEARNING MEDIA IN SMK NEGERI 2 PENGASIH

Oleh: Agus Setiawan, Herlambang Sigit Pramono, Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta, agussetiawantei@gmail.com, herlambangpramono@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan rancang bangun, unjuk kerja, dan kelayakan pengembangan media pembelajaran mikrokontroler antarmuka I²C. Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan (*reaserch and development*). Model pengembangan menggunakan ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implement, Evaluate*). Subjek penelitian ini adalah siswa kelas XI Program Keahlian Teknik Elektronika Industri SMK Negeri 2 Pengasih. Responden penelitian adalah peserta didik kelas XI dengan jumlah 30 orang. Pengumpulan data menggunakan angket dengan skala likert 4 pilihan. Analisis data menggunakan teknik analisis deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) media pembelajaran mikrokontroler antarmuka I²C terdiri dari: (a) trainer mikrokontroler antarmuka I²C; (b) modul pemrograman mikrokontroler antarmuka I²C; dan (c) *jobsheet* pemrograman mikrokontroler antarmuka I²C. Trainer menggunakan komunikasi I²C dengan kemampuan: (a) mengakses *output* LED; (b) mengakses *input* saklar; (c) mengakses *seven segment*; (3) mengakses *real time clock*; dan (e) mengakses sensor kompas. (2) hasil pengujian ujuk kerja menunjukkan bahwa setiap modul pada trainer dapat bekerja dengan baik. Sensor kompas dapat membaca arah mata angin dengan rata-rata kesalahan pengukuran sebesar 1,77%; (3) tingkat kelayakan media pembelajaran mikrokontroler antarmuka I²C ditinjau dari: (a) ahli media memperoleh presentase 96,9% dengan kategori “sangat layak”; (b) ahli materi memperoleh presentase 84,9% dengan kategori “layak”; (c) guru (*first user*) memperoleh presentase 96,3% dengan kategori “sangat layak”; (d) peserta didik (*end user*) memperoleh presentase 88,7% dengan kategori “sangat layak”.

Kata kunci : mikrokontroler, antarmuka I²C, media pembelajaran

Abstract

This study aims to describe the design, performance, and feasibility of learning media development of I2C interface microcontroller. This research is a research and development. The development model uses ADDIE (Analyze, Design, Development, Implement, Evaluate). The subjects of this study are students of XI class of Industrial Electronics Engineering Study Program of SMK Negeri 2 Pengasih. The respondents were students of XI class with 30 people. Data collection using questionnaire with 4 likert scale options. Data analysis using descriptive analysis technique. The results showed that: (1) instructional media of I²C interface microcontroller consist of: (a) I²C interface microcontroller trainer; (b) I2C interface microcontroller programming module; and (c) the programming workheet of the I2C interface microcontroller. Trainers use I2C communications with the ability to: (a) access LED output; (b) access the input switch; (c) accessing seven segments; (3) access real time clock; and (e) accessing the compass sensor. (2) the test results show that each work module on the trainer can work well. The compass sensor can read the direction of the wind with an average measurement error of 1.77%; (3) the feasibility level of learning media of I2C interface microcontroller is reviewed from: (a) media expert get percentage 96.9% with category "very feasible"; (b) the material expert obtained an percentage 84.9% under the category "feasible"; (c) teachers (first user) get percentage 96.3% with the category "very feasible "; (d) learners (end users) get percentage 88.7% with the category "very feasible ".

Keywords: microcontroller, I²C interface, learning media

PENDAHULUAN

Era globalisasi menuntut pengelolaan sumber daya yang tepat, terutama keterampilan dan keahlian tenaga kerja industri yang selaras dengan kemajuan teknologi. Upaya yang dapat dilakukan untuk menyiapkan tenaga kerja yang memiliki penguasaan teknologi adalah melalui pendidikan. Pendidikan yang mendorong untuk menguasai teknologi adalah Sekolah Menengah Kejuruan (SMK). Pendidikan menengah kejuruan mengutamakan penyiapan siswa untuk memasuki lapangan kerja serta mengembangkan sikap profesional (Peraturan Pemerintah Nomor 29 Tahun 1990 Pasal 3 Ayat 2). SMK dimaksudkan untuk menyiapkan tenaga kerja terampil yang siap untuk bekerja sesuai dengan bidang keahliannya. Dalam rangka menyiapkan tenaga kerja terampil, maka pembelajaran SMK didesain sesuai dengan kompetensi dunia kerja.

Kualitas pendidikan sangat erat hubungannya dengan pelaksanaan proses pembelajaran. Kualitas proses pembelajaran akan berpengaruh terhadap hasil belajar peserta didik. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran adalah dengan menggunakan media pembelajaran yang efektif dan inovatif. Kegunaan media pembelajaran dapat memperjelas pesan agar tidak terlalu bersifat verbalistik. Penggunaan media pendidikan secara tepat dan bervariasi dapat mengatasi sikap pasif anak didik (Sadiman dkk, 2014:17). Media yang digunakan tentunya harus sesuai dengan kondisi dan kebutuhan siswa serta keselarasan dengan dunia industri dan kemajuan teknologi.

Mata pelajaran perancangan sistem kontrol sangat erat hubungannya

dengan sistem kontrol di industri. Berdasarkan pada dokumen silabus mata pelajaran perancangan sistem kontrol, mikrokontroler merupakan salah satu kompetensi yang harus dikuasai siswa. Salah satu indikator dari kompetensi mikrokontroler adalah menerapkan pemrograman pada mikrokontroler peralatan kontrol yang sesuai kebutuhan industri. Dalam peralatan kontrol, tentunya menggunakan berbagai jenis komunikasi atau antarmuka yang digunakan. Komunikasi yang yang kini banyak digunakan adalah antarmuka *Inter-Integrated Circuit* (I^2C). Antarmuka I^2C merupakan suatu komunikasi serial yang menggunakan jalur *serial data line* (SDA) *serial clock line* (SCL).

Pembelajaran mikrokontroler menuntut siswa untuk menguasai logika dan algoritma pemrograman. Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan pada tanggal 15 Januari 2018 di SMK Negeri 2 pengasih pada Program Keahlian Teknik Elektronika Industri diperoleh bahwa minat belajar siswa dalam mempelajari mikrokontroler masih kurang. Hal tersebut dituturkan oleh salah satu guru pengampu mata pelajaran. Padahal mikrokontroler penting bagi siswa sebagai bekal memasuki dunia industri. Oleh karena itu, untuk mendukung penguasaan logika dan algoritma pemrograman maka diperlukan sebuah media pembelajaran, sehingga dapat menarik minat siswa dalam mempelajari mikrokontroler.

Berdasarkan penelitian Kumalasari (2017:3) yang merupakan hasil wawancara, pengamatan, dan analisis nilai diperoleh data bahwa siswa SMK N 2 Pengasih Program Keahlian Teknik Elektronika Industri, khususnya mata pelajaran perancangan sistem kontrol hanya 31,25% yang mencapai nilai di atas

KKM. Rendahnya hasil belajar siswa disebabkan oleh berbagai kendala, salah satunya adalah terbatasnya media pembelajaran yang ada. Media yang kurang memadai menyebabkan minat dan semangat belajar siswa berkurang. Tidak adanya media menyebabkan penguasaan materi pelajaran menjadi sulit, karena pembelajaran bersifat teoritis bukan praktis. Hasil belajar siswa menjadi tidak maksimal karena tidak adanya media yang mendukung dalam proses pembelajaran. Selain itu, terbatasnya media mengakibatkan peserta didik tidak dapat memperluas pengetahuannya dibidang mikrokontroler.

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan peneliti di SMK Negeri 2 pengasih pada Program Keahlian Teknik Elektronika Industri diperoleh bahwa media pembelajaran mikrokontroler belum ada yang menggunakan komunikasi I²C. Hal ini diperkuat dengan kajian penelitian yang relevan yang menunjukkan bahwa belum adanya media pembelajaran mikrokontroler dengan antarmuka I²C. Padahal antarmuka I²C kini semakin banyak digunakan dalam berbagai perangkat elektronik. Hal ini dikarenakan komunikasi I²C memiliki kelebihan yaitu hanya menggunakan dua jalur atau bus, komunikasi dapat dilakukan dengan dua atau lebih perangkat elektronik, tidak memerlukan *setting baudrate*, dan terdapat hubungan *master* dan *slave* dalam setiap komunikasi.

Melihat permasalahan di atas, maka diperlukan media pembelajaran mikrokontroler menggunakan antarmuka I²C pada mata pelajaran perekayasaan sistem kontrol kompetensi mikrokontroler untuk mendukung proses pembelajaran dengan judul “Pengembangan Media

Pembelajaran Mikrokontroler Antarmuka I²C di SMK Negeri 2 Pengasih”. Pengembangan media pembelajaran ini diharapkan dapat menambah variasi media pembelajaran, mempermudah guru dan siswa dalam proses pembelajaran, dan membantu siswa menguasai kompetensi komunikasi serial antarmuka I²C.

Rumusan masalah yang dibahas pada penelitian ini adalah (1) Bagaimana rancang bangun media pembelajaran mikrokontroler antarmuka I²C?; (2) Bagaimana unjuk kerja media pembelajaran mikrokontroler antarmuka I²C?; (3) Bagaimana kelayakan media pembelajaran mikrokontroler antarmuka I²C?. Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan dari penelitian ini yaitu (1) Mengetahui rancang bangun media pembelajaran mikrokontroler antarmuka I²C; (2) Mengetahui unjuk kerja media pembelajaran mikrokontroler antarmuka I²C; (3) Mengetahui kelayakan media pembelajaran mikrokontroler antarmuka I²C.

Inter-Integrated Circuit (I²C) merupakan salah satu komunikasi serial yang pertama kali dikembangkan oleh perusahaan *Philips Semiconductor* pada tahun 1980. I²C disebut juga dengan *I-squared-C* atau *I-two-C*, dalam istilah lain disebut dengan *Two Wire Interface* (TWI). Antarmuka I²C menggunakan dua jalur yaitu *serial data line* (SDA) dan *serial clock line* (SCL). SDA merupakan jalur untuk data, dan SCL merupakan jalur untuk *clock*. Terdapat beberapa terminologi yang sering digunakan dalam komunikasi I²C, yaitu *transmitter*, *receiver*, *master*, *slave*, *multi-master*, *arbitration*, dan *synchronnization*. Komunikasi I²C mempunyai sifat *serial synchronuous half duplex bidirectional*, sehingga data yang dikirimkan dan yang

diterima hanya menggunakan satu jalur data yaitu SDA (*serial data*). Agar data dapat dikirim dan diterima, maka harus ada sinyal *clock* yang berasal dari perangkat *master* melalui jalur SCL (*serial clock*). Driver SDA dan SCL bersifat *open drain* atau *open collector*, artinya bahwa *device* yang digunakan dapat mendrive *outputnya* pada kondisi *low*, tetapi tidak dapat mendrive pada kondisi *high*. Sehingga diperlukan resistor *pull-up* pada jalur SDA dan SCL dengan *supply* 5 VDC agar dapat mendrive *outputnya* menjadi *high*. Besarnya resistor *pull-up* yang dapat digunakan berkisar dari $1k8\Omega$ hingga $47k\Omega$. Hanya diperlukan satu resistor *pull-up* pada jalur SDA dan SCL walaupun perangkat yang dikendalikan lebih dari satu. Dalam aplikasinya, antarmuka I²C dapat dioperasikan pada *device* atau perangkat yang mempunyai tegangan bervariasi.

Komunikasi I²C diawali dengan kondisi *start* dan diakhiri dengan kondisi *stop*. Transmisi data terjadi setelah kondisi *start* dan sebelum kondisi *stop*. Kondisi *start* yaitu perubahan sinyal dari *high* ke *low* pada SDA saat SCL pada posisi *high*. Sedangkan kondisi *stop* yaitu perubahan sinyal dari *low* ke *high* saat SCL pada posisi *high*. Kondisi *start* dan *stop* dikendalikan oleh *master*.

Kemajuan teknologi yang semakin pesat mengakibatkan mikrokontroler diterapkan pada berbagai alat rumah tangga, otomotif, hingga dunia pendidikan. Andrianto (2008:1) menyebutkan bahwa “mikrokontroler dapat kita gunakan untuk berbagai aplikasi misalnya untuk pengendalian, otomasi industri, akuisisi data, telekomunikasi dan lain-lain”. Mikrokontroler memungkinkan untuk diprogram berulang kali sesuai dengan

keinginan dan juga harganya yang cukup murah. Terdapat keluarga mikrokontroler yang banyak dijumpai dipasaran. Wahyudin (2007:3-4) menyebutkan bahwa keluarga mikrokontroler terdiri dari keluarga MCS-51, keluarga MC68HC05, keluarga MC68HC11, keluarga AVR, dan keluarga PIC 8.

Mikrokontroler kini banyak dijumpai dalam berbagai bidang. Dalam dunia pendidikan banyak jenis dan tipe dari mikrokontroler yang dipelajari. Salah satu jenis yang paling banyak dipakai dan dipelajari adalah produk dari ATMEL dengan tipe keluarga AVR. Kepanjangan dari AVR yaitu *Advanced Versatile RISC* atau *Alf and Vegard's Risc processor*. Keunggulan AVR menurut Andrianto (2008:2) dibandingkan dengan mikrokontroler lain yaitu memiliki kecepatan eksekusi program yang lebih cepat, dan juga memiliki fitur yang lengkap.

Salah satu bahasa pemrograman yang dikembangkan atau digunakan dalam dunia pendidikan adalah bahasa C. Bahasa ini digunakan karena struktur dan kemudahan yang dimilikinya. Bahasa C memiliki struktur pemrograman yang khusus, selain itu bahasa C memiliki sifat yang disebut *case sensitive*. *Case sensitive* merupakan sifat dimana penulisan kata pada program sangat sensitif dengan mendeteksi kapital tidaknya huruf yang digunakan. Perbedaan satu huruf pada kata yang diulang dalam sebuah program akan menyebabkan program tidak berjalan sesuai dengan yang diharapkan.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian dan pengembangan (*Reaserch and Development*) dalam bidang

pendidikan. Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah ADDIE yang dikemukakan oleh Branch (2009:2-3) yaitu *analyze* (analisis), *design* (desain), *develop* (pengembangan), *implement* (implementasi), dan *evaluate* (evaluasi).

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada tanggal 21 April 2018 sampai dengan 1 Juni 2018 di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta dan SMK Negeri 2 Pengasih pada Program Keahlian Teknik Elektronika Industri.

Subjek Penelitian

Subjek penelitian dan pengembangan ini adalah dua ahli materi, dua ahli media, guru, dan siswa kelas XI program keahlian Teknik Elektronika Industri SMK Negeri 2 Pengasih. Ahli materi dan ahli media merupakan dosen Jurusan Pendidikan Elektro dan guru SMK N 2 Pengasih yang ahli dibidang mikrokontroler. Uji pengguna dilakukan pada guru sebagai *first user* dan siswa sebagai *end user*. Siswa yang dilakukan uji coba yaitu telah mengikuti pelajaran mikrokontroler.

Prosedur

Prosedur penelitian dan pengembangan media pembelajaran mikrokontroler antarmuka I²C berdasarkan langkah-langkah ADDIE yang dikemukakan oleh Branch. Tahap tahap penelitian yaitu: (1) *analyze*, meliputi: (a) menganalisis kompetensi dasar mata pelajaran perekayasa sistem kontrol; (b) menganalisis media pembelajaran yang sesuai dengan kompetensi dasar; (c) menganalisis

kebutuhan yang digunakan dalam 'embuatan media pembelajaran; (2) *design*, meliputi: (a) desain perangkat keras; (b) desain perangkat lunak; (3) *develop*, meliputi: (a) membuat dan merakit *hardware*; (b) membuat program; (c) membuat *jobsheet* dan modul; (d) pengujian unjuk kerja; (e) validasi media; (f) perbaikan media; (4) *implement*, meliputi: (a) menyiapkan pengajar; (b) menyiapkan peserta didik; (5) *evaluate*, meliputi: (a) menentukan kriteria evaluasi; (b) memilih alat evaluasi; (c) melakukan evaluasi.

Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian dan pengembangan ini yaitu kuisisioner atau angket. Alasan pemilihan angket yaitu untuk menghindari kebosanan, kejenuhan, dan ketidakpekaan responden serta memperkecil kesalahan jawaban yang diberikan responden seperti jawaban tidak akurat, jawaban salah dianalisis. Kuisisioner yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kuisisioner tertutup. Instrumen ditunjukkan untuk ahli media, ahli materi, dan pengguna. Responden memilih diantara beberapa alternatif jawaban yang dianggap paling sesuai. Pengisian pertanyaan atau pernyataan dalam bentuk *check list* dengan skala *likert* empat pilihan. Responden memberikan tanda *check list* pada kolom jawaban yang telah disediakan. Alternatif jawaban dan scoring yang digunakan yaitu: (1) buruk/tidak pernah/tidak sesuai; (2) kurang baik/kadang-kadang/kurang sesuai; (3) baik/sering/sesuai; (4) sangat baik/selalu/sangat sesuai. Instrumen kuisisioner diberikan kepada ahli media, ahli materi, dan pengguna/siswa.

Teknik Analisis Data

Teknis analisis data yang digunakan adalah teknik analisis deskriptif. Analisis deskriptif ini untuk mengetahui tingkat kelayakan dari produk yang dikembangkan. Data yang diperoleh dari kuisioner berupa data kuantitatif, kemudian ditafsirkan menjadi data kualitatif untuk mengetahui tingkat kelayakan media. Mencari kategori kelayakan media pembelajaran menggunakan rumus yang dikemukakan oleh Widoyoko (2017:238). Klasifikasi kelayakan ahli media, ahli materi, dan pengguna dibagi menjadi lima kategori, yaitu sangat layak, layak, cukup layak, kurang layak, dan sangat kurang layak.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dan pembahasan meliputi hasil proses analisis, hasil proses desain (perencanaan), hasil proses pengembangan, hasil proses implementasi, hasil proses evaluasi, hasil validasi ahli media, hasil validasi ahli materi, dan hasil uji pengguna.

Hasil Proses Analisis

Analisis yang dilakukan yaitu analisis kompetensi dasar, analisis media pembelajaran berdasarkan kompetensi dasar, dan analisis kebutuhan. Analisis kompetensi dasar dilakukan pada mata pelajaran perekayasa sistem kontrol pada kompetensi mikrokontroler. Hasil dari analisis kompetensi dasar menjadi acuan dalam pembuatan media pembelajaran. Analisis media pembelajaran yang dikembangkan disesuaikan dengan kompetensi dasar. Mengacu dari indikator dan materi pokok kompetensi mikrokontroler, maka media

yang dibuat harus mengikuti perkembangan teknologi yang ada di industri. Berdasarkan observasi dan analisis kompetensi, maka yang akan dikembangkan yaitu media pembelajaran mikrokontroler antarmuka I²C. Sebagai pendukung kegiatan praktik tersebut, maka media pembelajaran yang dikembangkan meliputi trainer mikrokontroler antarmuka I²C, modul pemrograman mikrokontroler antarmuka I²C, dan *jobsheet* pemrograman mikrokontroler antarmuka I²C.

Analisis kebutuhan dilakukan berdasarkan media pembelajaran yang akan dikembangkan. Analisis kebutuhan meliputi analisis kebutuhan komponen elektronik dan analisis kebutuhan bahan pengemasan produk. Bahan pengemasan produk menggunakan bahan akrilik dan tambahan balok kayu untuk memperkuat kemasan. Komponen elektronik yang akan digunakan dalam pembuatan media pembelajaran mikrokontroler antarmuka I²C terdiri dari komponen modul *power supply*, komponen modul sistem minimum, komponen modul komunikasi I²C, komponen modul I/O *expander*, komponen modul *input* dan *output*, komponen modul *seven segment*, komponen modul RTC, komponen modul sensor kompas, dan komponen modul LCD.

Hasil Proses Desain (Perencanaan)

Hasil dari proses perancangan yaitu berupa desain perangkat keras dan desain perangkat lunak. Desain perangkat keras meliputi desain modul trainer, desain pengemasan produk, dan desain pengaksesan media pembelajaran. Desain modul trainer merupakan proses pembuatan skematik rangkaian, *layout* PCB, dan tata letak komponen Desain

pengemasan produk trainer mikrokontroler antarmuka I²C menggunakan bahan dasar akrilik. Bagian atas yang digunakan untuk meletakkan modul trainer menggunakan akrilik dengan ketebalan 3 mm. Sedangkan untuk sisi depan, belakang, samping, dan desain rak menggunakan akrilik ukuran 2 mm. Desain pengaksesan media pembelajaran merupakan perencanaan pengkabelan/*wiring* pada modul trainer. Desain perangkat lunak merupakan *flowchart* atau alur kerja pemrograman mikrokontroler antarmuka I²C.

Hasil Proses Pengembangan

Hasil dari proses pengembangan meliputi pembuatan dan perakitan perangkat keras, pembuatan program, pembuatan modul dan *jobsheet*, pengujian media, validasi media, dan perbaikan media. Pembuatan dan perakitan media pembelajaran mikrokontroler antarmuka I²C dimulai dari pembuatan setiap modul trainer, dilanjutkan dengan proses pembuatan *box* kemasan trainer. Setelah *box* kemasan jadi, kemudian memasang setiap bagian modul ke dalam *box* kemasan. Proses pembuatan program menggunakan bantuan *software CodeVisionAVR* dengan pemrograman bahasa C. Program yang dibuat akan digunakan untuk proses pengujian unjuk kerja, pembuatan *jobsheet*, dan pembuatan modul pemrograman mikrokontroler antarmuka I²C. Program yang dibuat meliputi pemrograman *output*, pemrograman *input*, pemrograman *seven segment*, pemrograman RTC, dan pemrograman sensor kompas.

Modul yang dibuat yaitu modul pemrograman mikrokontroler antarmuka I²C. Modul ini bertujuan untuk memberikan pengetahuan kepada siswa

mengenai antarmuka I²C dan pemrograman antarmuka I²C. *Jobsheet* yang dibuat berisi pemrograman mikrokontroler antarmuka I²C. Setiap bagian *jobsheet* terdiri dari kompetensi, sub kompetensi, tujuan, dasar teori, alat dan bahan, keselamatan kerja, langkah kerja, dan soal latihan.

Hasil pengujian unjuk kerja dari trainer mikrokontroler antarmuka I²C menunjukkan bahwa setiap modul pada trainer dapat bekerja dengan baik. Sensor kompas dapat membaca arah mata angin dengan rata-rata kesalahan pengukuran sebesar 1,77%.

Validasi media dilakukan oleh dua ahli media (*expert judgment*). Dua ahli tersebut terdiri dari satu dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro UNY dan satu guru Program Keahlian Teknik Elektronika Industri SMK Negeri 2 Pengasih. Validasi materi dilakukan oleh dua ahli materi (*expert judgment*). Dua ahli tersebut terdiri dari satu dosen Jurusan Pendidikan Teknik Elektro UNY dan satu guru Program Keahlian Teknik Elektronika Industri SMK Negeri 2 Pengasih. Perbaikan dilakukan berdasarkan saran yang diberikan oleh ahli media maupun ahli materi saat uji kelayakan media dan materi. Dari segi media, validator 1 menyatakan media pembelajaran dapat digunakan dengan perbaikan, sedangkan validator 2 menyatakan media pembelajaran dapat digunakan tanpa perbaikan. Dari segi materi, validator 1 menyatakan media pembelajaran dapat digunakan dengan perbaikan, sedangkan validator 2 menyatakan media pembelajaran dapat digunakan tanpa perbaikan. Perbaikan dilakukan pada aspek media dan aspek materi.

Hasil Proses Implementasi

Media pembelajaran yang telah dinyatakan layak oleh ahli media dan ahli materi, maka selanjutnya dilakukan implementasi atau penerapan langsung kepada peserta didik untuk dilakukan uji coba. Langkah-langkah yang dilakukan sebelum tahap implementasi, yaitu:

1. Menyiapkan Pengajar

Tahap ini, pengajar diberikan materi pemahaman tentang media dan penggunaan media pembelajaran mikrokontroler antarmuka I²C. Selain itu, tahap ini juga menunjukkan kepada pengajar modul pemrograman mikrokontroler antarmuka I²C dan *jobsheet* pemrograman mikrokontroler antarmuka I²C.

2. Menyiapkan peserta didik

Menyiapkan peserta didik dilakukan pada siswa kelas XI Program Keahlian Teknik Elektronika Industri SMK N 2 Pengasih. Koordinasi dengan guru pengampu diperlukan dalam menyiapkan peserta didik. Peserta didik yang disiapkan pada tahap implementasi sebanyak 30 siswa. Setelah peserta didik disiapkan, maka langkah yang dilakukan yaitu: (a) mendemonstrasikan produk dan penjelasan materi; (b) memberikan *jobsheet* dan modul kepada peserta didik; (c) siswa melakukan praktik dengan media pembelajaran.

Hasil Proses Evaluasi

Tahapan yang dilakukan pada tahap evaluasi yaitu menentukan kriteria evaluasi, memilih alat evaluasi, dan melakukan evaluasi. Hasil dari proses evaluasi adalah sebagai berikut.

1. Kriteria Evaluasi

Kriteria evaluasi yang dipilih dalam penelitian ini adalah evaluasi persepsi untuk mengetahui apa yang

dipikirkan peserta didik tentang pengembangan media pembelajaran mikrokontroler antarmuka I²C.

2. Alat Evaluasi

Alat evaluasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuisioner dengan skala likert empat pilihan. Responden memberikan tanda *check list* pada kolom jawaban yang telah disediakan.

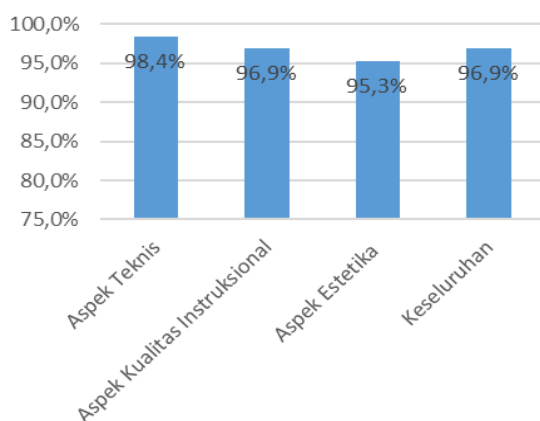
3. Melakukan Evaluasi

Evaluasi dilakukan dengan memberikan kuisioner kepada ahli media, ahli materi, dan pengguna. Responden akan memberikan saran untuk perbaikan produk. Tahapan evaluasi ahli media dan materi telah dilakukan pada tahap *develop* (pengembangan). Pada tahap pengembangan juga telah dilakukan perbaikan produk berdasarkan saran dan perbaikan dari ahli media maupun materi. Evaluasi pengguna dilakukan dengan memberikan kuisioner kepada guru dan peserta didik kelas XI program keahlian Teknik Elektronika Industri setelah menggunakan media pembelajaran mikrokontroler antarmuka I²C. Pengguna akan memberikan penilaian terhadap media pembelajaran sekaligus memberikan saran dan perbaikan terhadap media pembelajaran mikrokontroler antarmuka I²C

Hasil Validasi Ahli Media

Hasil dari penilaian ahli media, kemudian diakumulasikan dan dibandingkan dengan kategori penilaian kelayakan media. Aspek teknis dari penilaian dua ahli media mendapatkan nilai rata-rata 31,5 dari nilai minimal 8 dan maksimal 32, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan presentase sebesar 98,3%. Aspek kualitas instruksional mendapatkan nilai rata-rata

15,5 dari skor minimal 4 dan skor maksimal 16, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan presentase sebesar 96,9%. Aspek estetika mendapatkan nilai rata-rata 30,5 dari skor minimal 8 dan skor maksimal 32, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan presentase sebesar 95,3%. Dari hasil ketiga aspek tersebut diperoleh skor rerata total uji kelayakan ahli media yaitu 77,5 dari skor minimal 20 dan skor maksimal 80, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan presentase sebesar 96,9%.

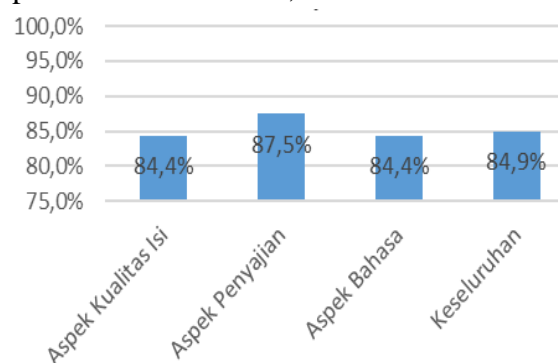


Gambar 1. Grafik Kelayakan Media

Hasil Validasi Ahli Materi

Hasil dari penilaian ahli materi, kemudian diakumulasikan dan dibandingkan dengan kategori penilaian kelayakan materi. Aspek kelayakan isi dari penilaian dua ahli materi mendapatkan nilai rata-rata 54 dari nilai minimal 16 dan maksimal 64, yang berarti masuk dalam kategori layak dengan presentase sebesar 84,4%. Aspek penyajian mendapatkan nilai rata-rata 14 dari skor minimal 4 dan skor maksimal 16, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan presentase sebesar 87,5%. Aspek bahasa mendapatkan nilai rata-rata 13,5 dari skor minimal 4 dan skor maksimal 16, yang berarti masuk

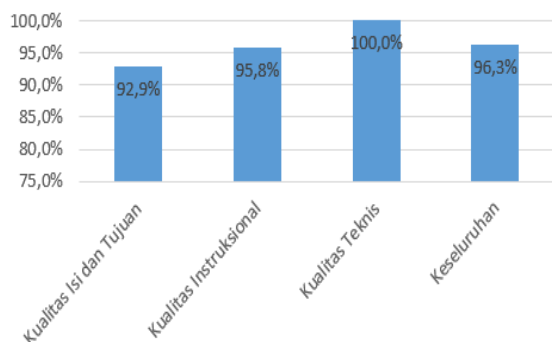
dalam kategori layak dengan presentase sebesar 84,4%. Dari hasil ketiga aspek tersebut diperoleh skor rerata total uji kelayakan ahli materi yaitu 81,5 dari skor minimal 24 dan skor maksimal 96, yang berarti masuk dalam kategori layak dengan presentase sebesar 84,9%.



Gambar 2. Grafik Kelayakan Materi

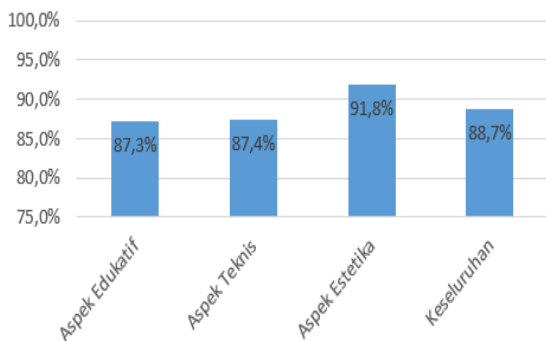
Hasil Uji Pengguna

Uji pengguna dilakukan oleh guru sebagai *first user* dan siswa kelas XI Teknik Elektronika Industri sebagai *end user*. Hasil uji guru (*first user*) menunjukkan bahwa Aspek Kualitas Isi dan Tujuan mendapatkan nilai 26 dari nilai minimal 7 dan maksimal 28, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan presentase sebesar 92,9%. Aspek kualitas instruksional mendapatkan nilai 23 dari skor minimal 6 dan skor maksimal 24, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan presentase sebesar 95,8%. Aspek kualitas teknis mendapatkan nilai 28 dari skor minimal 7 dan skor maksimal 28, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan presentase sebesar 100%. Dari hasil ketiga aspek tersebut diperoleh skor total uji kelayakan *first user* yaitu 77 dari skor minimal 20 dan skor maksimal 80, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan presentase sebesar 96,3%.



Gambar 3. Grafik Kelayakan *First User*

Hasil uji siswa (*end user*) menunjukkan bahwa aspek edukatif dari penilaian pengguna mendapatkan nilai rata-rata 27,93 dari nilai minimal 8 dan maksimal 32, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan presentase sebesar 87,3%. Aspek teknis mendapatkan nilai rata-rata 20,97 dari skor minimal 6 dan skor maksimal 24, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan presentase sebesar 87,4%. Aspek estetika mendapatkan nilai rata-rata 22,04 dari skor minimal 6 dan skor maksimal 24, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan presentase sebesar 91,8%. Dari hasil ketiga aspek tersebut diperoleh skor rerata total uji kelayakan pengguna yaitu 88,7 dari skor minimal 20 dan skor maksimal 80, yang berarti masuk dalam kategori sangat layak dengan presentase sebesar 88,7%.



Gambar 4. Grafik Kelayakan *End User*

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pengembangan media pembelajaran mikrokontroler antarmuka I²C, diperoleh simpulan sebagai berikut:

1. Media pembelajaran mikrokontroler antarmuka I²C terdiri dari trainer mikrokontroler antarmuka I²C, modul pemrograman mikrokontroler antarmuka I²C, dan *jobsheet* pemrograman mikrokontroler antarmuka I²C. Trainer mikrokontroler antarmuka I²C terdiri dari beberapa modul, yaitu modul *power supply*, modul sistem minimum, modul komunikasi I²C, modul I/O *expander*, modul *input/output*, modul *seven segment*, modul RTC, modul sensor kompas, dan modul LCD *display* 16x2.
2. Hasil pengujian unjuk kerja dari trainer mikrokontroler antarmuka I²C menunjukkan bahwa setiap modul pada trainer dapat bekerja dengan baik. Sensor kompas dapat membaca arah mata angin dengan rata-rata kesalahan pengukuran sebesar 1,77%.
3. Tingkat kelayakan media pembelajaran mikrokontroler antarmuka I²C menurut ahli media memperoleh presentase kelayakan sebesar 96,9% dengan kategori "SANGAT LAYAK", sedangkan tingkat kelayakan materi pengembangan media pembelajaran mikrokontroler antarmuka I²C menurut ahli materi memperoleh presentase kelayakan sebesar 84,9% dengan kategori "LAYAK". Dari segi pengguna, tingkat kelayakan media pembelajaran mikrokontroler antarmuka I²C menurut guru (*first user*) memperoleh presentase kelayakan sebesar 96,3% dengan kategori "SANGAT LAYAK" dan menurut siswa (*end user*) memperoleh presentase kelayakan sebesar 88,7% dengan kategori "SANGAT LAYAK".

DAFTAR PUSTAKA

- Andrianto, H. (2008). *Pemrograman Mikrokontroler AVR Atmega 16 Menggunakan Bahasa C (Code Vision AVR)*. Bandung: Informatika Bandung.
- Branch, R.M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. New York: Springer Science + Business Media, LLC.
- Kemenristekdikti. (1990). *Peraturan Pemerintah RI Nomor 29, Tahun 1990, tentang Pendidikan Menengah*.
- Kumalasari, D.W. (2017). *Pengembangan Media Pembelajaran Plastic Cutting Station untuk Pembelajaran Pemrograman PLC (Programmable Logic Control) di SMK N 2 Pengasih*. Tugas Akhir Skripsi. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sadiman, A.S, dkk. (2014). *Media Pendidikan: Pengertian, Pengembangan, dan Pemanfaatannya*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Wahyudin, D. (2007). *Belajar Mudah Mikrokontroler AT89S52 dengan Bahasa BASIC Menggunakan BASCOM-8051*. Yogyakarta: CV Andi Offset.
- Widoyoko, E.P. (2017). *Evaluasi Program Pembelajaran Panduan Praktis bagi Pendidik dan Calon Pendidik*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.