

PENGEMBANGAN PANDUAN PRAKTIKUM SENSOR BERBASIS ARDUINO DENGAN PENDEKATAN *COLLABORATIVE TEAMWORK LEARNING MODEL*

Wahyu Dwi Kurniawan¹⁾, Agung Prijo Budijono²⁾, Imami Arum Tri Rahayu³⁾

^{1),2)} Jurusan Teknik Mesin, Universitas Negeri Surabaya

³⁾ Jurusan Pendidikan Kesejahteraan Keluarga, Universitas Negeri Surabaya

Jl. Ketintang Surabaya

e-mail: wahyukurniawan@unesa.ac.id¹⁾, agungbudijono@unesa.ac.id²⁾, imamirahayu@unesa.ac.id³⁾

ABSTRAK

Pada perkuliahan Instrumentasi dan Kendali pokok bahasan sensor masih belum optimal. Berdasarkan hasil wawancara dengan mahasiswa Jurusan Teknik Mesin yang telah menempuh mata kuliah Instrumentasi dan Kendali menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa merasa kesulitan memahami materi sensor. Hal ini dikarenakan minimnya perangkat pembelajaran yang digunakan sehingga pembelajaran menjadi kurang kondusif dan menjadi pasif. Untuk menjawab permasalahan tersebut maka tujuan khusus dalam penelitian ini yaitu untuk mengembangkan panduan praktikum sensor berbasis Arduino dengan pendekatan collaborative teamwork learning model untuk meningkatkan kompetensi mahasiswa jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya. Untuk mencapai tujuan tersebut di atas, maka model pengembangan yang digunakan adalah model ADDIE (analysis, design, development, implementation, evaluation). Berdasarkan hasil validasi dari 3 validator menunjukkan bahwa, skor rata-rata validasi termasuk dalam kategori baik (3,65). Hal ini dapat dikatakan bahwa panduan praktikum sensor yang dikembangkan layak untuk digunakan pada perkuliahan Instrumentasi dan Kendali. Berdasarkan hasil ujicoba terbatas maka dapat disimpulkan bahwa pembelajaran lebih efektif dengan indikator bahwa mahasiswa antusias dalam mengikuti pembelajaran sehingga hasil belajar mahasiswa telah mencapai ketuntasan secara individual maupun klasikal.

Kata Kunci: *panduan praktikum, sensor, arduino, collaborative teamwork learning model.*

ABSTRACT

At lecturing Instrumentation and Control the subject of censorship is still not optimal. Based on the results of interviews with Mechanical Engineering students who have taken the Instrumentation and Control courses show that most students find it difficult to understand about censorship. This is due to the lack of learning tools used so that learning becomes less conducive and passive. To answer these problems, the specific objective in this research is to develop an Arduino-based sensor practicum guide with a collaborative teamwork learning model approach to improve the competencies of students majoring in Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, State University of Surabaya. To achieve the above objectives, the development model used is the ADDIE model (analysis, design, development, implementation, evaluation). This article will only discuss the results of the validation of the sensor practicum guide that has been developed. Based on the results of the validation of 3 validators showed that, the average score of validation included in both categories (3.65). It can be said that the sensor practicum guide developed is suitable for use in Instrumentation and Control lectures. Based on the results of limited trials it can be concluded that learning is more effective with indicators that students are enthusiastic in participating in learning so that student learning outcomes have been completed individually or classically.

Keywords: *practicum guide, sensor, arduino, collaborative teamwork learning model.*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi berbagai proses produksi di dunia industri mengalami kemajuan pesat, tentunya hal ini akan memberikan konsekuensi, bahwa tenaga kerja yang mengoperasikan *plant* di industri harus memenuhi kualifikasi yang memadai agar produksi berjalan optimal. Hal tersebut akan menjadi tantangan bagi instansi atau lembaga pendidikan/pelatihan untuk senantiasa mengembangkan pola pembelajarannya agar anak didiknya dapat diterima sesuai dengan kualifikasi dunia industri. Sudah banyak perusahaan maju seperti PT. Semen Gresik, PT. Campina, PT. Aqua, Pertamina, PT. Krakatau Steel dan lain sebagainya yang menerapkan sistem kontrol otomatis untuk menunjang proses produksinya. Dikarenakan sistem ini mempunyai banyak kelebihan yaitu cara kerjanya sederhana, mudah pengoperasiannya, mudah pemeliharanya, dan efisien dalam menunjang proses produksi. Merujuk dari perkembangan teknologi proses dunia industri maka jurusan Teknik Mesin Unesa, khususnya pada mata kuliah Instrumentasi dan Kendali pokok bahasan sensor membutuhkan perangkat pembelajaran agar dapat memenuhi tuntutan-tuntutan sebagaimana diuraikan sebelumnya.

Pokok persoalannya adalah pokok bahasan sensor merupakan materi yang banyak dikeluhkan oleh mahasiswa jurusan Teknik Mesin Unesa. Selama ini perkuliahan Instrumentasi dan Kendali pokok bahasan sensor masih didominasi oleh dosen dengan metode konvensional, dimana mahasiswa hanya diberikan gambar-

gambar berbagai jenis sensor tanpa paham bagaimana cara kerja dan aplikasinya dalam suatu proses produksi di industri. Hal ini menyebabkan mahasiswa menjadi pasif dan hanya membayangkan suatu sensor pada proses produksi industri yang dijelaskan dosen. Minimnya perangkat pembelajaran aplikasi sensor merupakan faktor penyebab utamanya. Padahal sebagai lulusan jurusan Teknik Mesin dituntut untuk paham dan mengerti tentang sensor sebagai bekal masuk di dunia industri yang semakin berkembang pesat.

Untuk menjawab permasalahan tersebut maka dalam penelitian ini akan dikembangkan perangkat pembelajaran berupa panduan praktikum sensor berbasis Arduino dengan pendekatan *collaborative teamwork learning model* untuk menunjang perkuliahan Instrumentasi dan Kendali. Diharapkan dari hasil penelitian ini akan bisa menjembatani kompetensi materi sensor yang dimiliki mahasiswa dengan tuntutan kebutuhan dunia industri yang semakin berkembang pesat, khususnya dari lulusan jurusan Teknik Mesin Unesa yang nantinya akan bekerja sebagai tenaga profesional di industri.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

Berdasarkan hasil penelitian Jiwa, menyimpulkan bahwa *collaborative teamwork learning model* dapat meningkatkan motivasi belajar dan prestasi belajar siswa. Hal ini dapat dilihat dari perbedaan motivasi belajar dan prestasi belajar antara siswa yang mengikuti model *collaborative teamwork learning* dengan model pembelajaran konvensional dengan nilai $F_{hitung} = 36,378$ untuk statistik *Pillai's Trace*, *Wilks' Lambda*, *Hotelling's Trace* dan *Roy's Largest Root* dengan angka (Sig.) signifikansi (p) $< 0,05$ [7]

Menurut hasil penelitian Sundari tentang pengembangan panduan praktikum berbasis model *collaborative teamwork learning* menyatakan bahwa berdasarkan uji keefektifan produk dengan hasil 85,71 % siswa telah mencapai KKM pada penilaian ranah kognitif, sementara pada ranah psikomotor 100% siswa telah mencapai KKM [13]

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan panduan praktikum Fisika oleh Sulistiyono diperoleh hasil bahwa panduan praktikum yang dikembangkan mendapatkan respon positif dari siswa sehingga dapat mengembangkan keterampilan berfikir siswa [13]. Menurut hasil penelitian yang dilakukan Merdekawati, panduan praktikum kimia fisika yang dikembangkan termasuk dalam kategori baik (3,2). Adanya panduan praktikum tersebut dapat memudahkan siswa dalam mencapai tujuan pembelajaran karena pembelajaran menjadi lebih terstruktur dengan baik [8].

Merujuk beberapa hasil penelitian di atas, maka tidak berlebihan jika penulis akan melakukan penelitian pengembangan panduan praktikum sensor berbasis Arduino dengan pendekatan model *collaborative teamwork learning*.

B. Perangkat Pembelajaran

Penggunaan perangkat pembelajaran memegang peranan penting dalam proses kegiatan merubah tingkah laku melalui aktivitas pada situasi yang sebenarnya. Sebagai contoh, agar siswa dapat mengoperasikan komputer, maka guru harus menyediakan komputer; agar siswa terampil mengoperasikan mesin bubut, maka guru harus menyediakan mesin bubut, dan lain sebagainya. Pengalaman langsung semacam itu tentu saja merupakan proses belajar yang sangat bermanfaat karena kemungkinan kesalahan persepsi akan dapat dihindari. Meskipun demikian, pada kenyataannya tidak semua bahan pelajaran dapat disajikan secara langsung. Sebagai contoh, untuk mempelajari bagaimana proses peleburan baja pada dapur tinggi, tidak mungkin guru membuat dapur tinggi di dalam kelas; untuk mempelajari bagaimana kehidupan makhluk hidup di dasar laut, tidak mungkin guru membimbing siswa langsung menyelam ke dasar laut dan lain sebagainya. Untuk memberikan pengalaman belajar semacam itu, guru memerlukan perangkat pembelajaran seperti film atau foto-foto dan lain sebagainya [2]

Untuk memahami peranan perangkat pembelajaran dalam proses mendapatkan pengalaman belajar bagi siswa, Edgar Dale melukiskannya dalam sebuah kerucut pengalaman (*cone of experience*) yang saat ini dianut secara luas untuk menentukan perangkat apa yang sesuai agar siswa memperoleh pengalaman belajar dengan mudah.

Berdasarkan kerucut pengalaman yang dikemukakan Edgar Dale, maka dapat dikatakan bahwa pengetahuan itu dapat diperoleh melalui pengalaman langsung dan pengalaman tidak langsung. Semakin langsung objek yang dipelajari, maka semakin konkret pengetahuan yang diperoleh; begitu juga sebaliknya semakin tidak langsung pengetahuan itu diperoleh, maka semakin abstrak pengetahuan yang diperoleh siswa.

Berdasarkan macam dan jenisnya, perangkat pembelajaran dapat diklasifikasikan menjadi tiga macam. Pertama adalah perangkat grafis yang terdiri dari gambar/foto, sketsa, diagram, bagan (*chart*), grafik, kartun, poster, peta, papan flanel, dan papan buletin. Kedua perangkat audio (media dengar) seperti radio, alat perekam

pita magnetik, piringan hitam dan laboratorium bahasa. Ketiga perangkat proyeksi diam seperti film bingkai (*slide*), film rangkai, transparansi, proyektor tak tumbus pandang (*opaque projector*), mikrofis, film gelang, televisi, dan video [12]

Sedangkan menurut Arsyad mengemukakan bahwa terdapat berbagai jenis media belajar, antara lain sebagai berikut [2].

- Media Visual: grafik, diagram, chart, bagan, poster, kartun, komik.
- Media Audial: radio, tape recorder, laboratorium bahasa, dan sejenisnya.
- *Projected still media*: *slide*; *over head projector (OHP)*, *in focus* dan sejenisnya.
- *Projected motion media*: film, televisi, video (VCD, DVD, VTR), komputer dan sejenisnya.

C. Model Collaborative Teamwork Learning

Dalam proses pembelajaran di perguruan tinggi, para mahasiswa masih diperkenalkan dengan suatu konsep bahwa keberhasilan lebih merujuk pada kompetisi (*competition*) dari pada kooperasi (*cooperation*). Keberhasilan lebih merupakan hasil dari kemandirian (*independence*) ketimbang saling-ketergantungan (*interdependence*). Pandangan seperti ini bahkan masih berkembang di kalangan pakar psikologi. Padahal, di negara-negara maju konsep seperti ini sudah banyak ditinggalkan. Stephen R. Covey (1989) dalam bukunya yang meraih *Bestseller* yang berjudul "*The Seven Habits of Highly Effective People*" telah memperkenalkan bahwa dalam paradigma manajemen modern dan kehidupan modern justru yang paling tinggi adalah interdependensi. Tahapannya adalah: yang paling rendah adalah ketergantungan (*dependence*), di pertengahan adalah kemandirian (*independence*), dan yang paling tinggi adalah saling-ketergantungan (*interdependence*). Pergeseran konsep seperti ini sangat bisa dipahami karena semakin terspesialisasinya bidang-bidang ilmu sehingga untuk menghasilkan suatu produk, manajemen produksi harus mampu mengkolaborasikan secara serasi antarspesialisasi bidang ilmu yang ada [6].

Proses pembelajaran yang menekankan pentingnya kooperasi dari pada kompetisi serta saling-ketergantungan dari pada kemandirian ini juga ditekankan oleh Flynn serta Graham dan Graham. Mereka menegaskan bahwa jika kompetisi yang dikembangkan, maka hal ini ada kecenderungan dapat mengarahkan mahasiswa pada pikiran dan perasaan tidak segan untuk menyerang orang lain. Sementara itu, pengembangan kooperasi dan interdependensi justru dapat mengembangkan kemampuan menghadapi tantangan, kepemimpinan, dan manajemen yang sangat diperlukan jika kelak mereka sudah memasuki dunia kerja [10].

Keampuan model kolaboratif ini sudah dibuktikan Federal Express dan perusahaan penerbangan Boeing ketika melakukan restrukturisasi organisasi perusahaannya yang sebelumnya tidak pernah tersentuh dalam restrukturisasi perusahaan tersebut. Setelah menerapkan konsep kolaboratif ternyata Federal Express dapat meningkatkan 40% produktivitas perusahaannya. Demikian halnya, Boeing, ketika dihadapkan pada penurunan produksi pesawat jet jenis 777, menerapkan model kolaboratif ini dan dapat mendongkrak peningkatan produksi sampai 50% dari sebelumnya [1].

Melalui model kolaboratif, para dosen setidaknya dapat membantu mahasiswa dalam: (a) belajar bekerja dengan sukses sebagai bagian dari anggota tim, (b) mengembangkan keterampilan dan meningkatkan kualitas kerja dalam tim yang sangat penting bagi kemampuan berkolaborasi ketika nantinya sudah memasuki dunia kerja. Model ini memfokuskan pada strategi-strategi yang dapat digunakan secara efektif untuk membimbing mahasiswa melalui proses kolaboratif. Strategi yang dapat ditempuh adalah kelas dibagi ke dalam beberapa tim dan tiap-tiap tim itu ditugaskan untuk melakukan riset sederhana untuk kemudian dievaluasi dan didiskusikan kembali di dalam kelas [6].

Collaborative Teamwork Learning merupakan suatu model pembelajaran yang memungkinkan siswa untuk mengembangkan kemampuan bekerja secara kolaboratif dalam tim. Model *collaborative teamwork learning* mengacu pada model pengajaran di mana siswa bekerja bersama dalam satu tim yang saling membantu dalam belajar. Konsep "teamwork" yang dimaksud adalah siswa yang bekerja dalam satu kelompok bersama-sama belajar dan memecahkan suatu permasalahan di mana semua siswa saling menyumbangkan pemikiran dan bertanggung jawab terhadap pencapaian hasil belajar secara kelompok [10].

Model *Collaborative Teamwork Learning* merupakan model pembelajaran kolaboratif yang berbasis model team dalam pembelajarannya. Pembelajaran kolaboratif adalah proses belajar kelompok yang setiap anggota menyumbangkan informasi, pengalaman, ide, sikap, pendapat, kemampuan, dan keterampilan yang dimilikinya, untuk secara bersama-sama saling meningkatkan pemahaman seluruh anggota. Pada proses pembelajaran kolaboratif menekankan pentingnya kooperasi daripada kompetisi serta saling ketergantungan daripada kemandirian, di mana pelajaran yang kolaboratif meliputi kepercayaan bahwa para siswa telah memiliki kemampuan sosial untuk bekerja kelompok [1].

III. METODE PENELITIAN

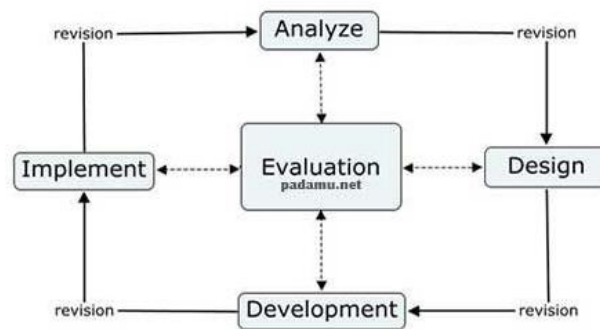
A. Subjek dan Lokasi Penelitian

Subjek dalam penelitian ini yaitu mahasiswa Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya yang memprogram mata kuliah Instrumentasi dan Kendali semester gasal tahun ajaran 2018/2019. Penelitian ini dilaksanakan di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.

B. Rancangan Penelitian

Pengembangan perangkat pembelajaran dalam penelitian ini menggunakan model ADDIE. Desain Pembelajaran Model ADDIE adalah salah satu proses pembelajaran yang bersifat interaktif dengan tahapan-tahapan dasar pembelajaran yang efektif, dinamis dan efisien. Model ADDIE (*Analysis Design Development Implementation Evaluations*) berawal dari konsep Model Desain Instruksional dan Teori untuk Angkatan Darat AS pada tahun 1950. Kemudian pada tahun 1975 dikembangkan lagi oleh Florida State University untuk digunakan pada semua Angkatan Bersenjata AS.

Praktisi pendidikan membuat beberapa revisi dan dipertengahan 1980-an munculah model yang lebih interaktif dan dinamis dari aslinya. Model ini kemudian dapat digunakan untuk berbagai macam bentuk pengembangan produk seperti strategi dan metode pembelajaran, media dan bahan ajar. Model ADDIE dapat menjadi pedoman dalam membangun perangkat dan infrastruktur program pelatihan atau pembelajaran yang efektif, dinamis dan mendukung kinerja pelatihan itu sendiri dengan beberapa tahapan.



Gambar 1. Skema Model ADDIE

Tahapan Pengembangan Model ADDIE

Skema desain pembelajaran model ADDIE membentuk siklus yang terdiri dari 5 tahapan yang terdiri dari: analisis, desain, pengembangan, implementasi serta evaluasi

1. Analisis

Desain tahap analisis berfokus pada target audiens. Pada tahap analisis, dilakukan pendefinisian permasalahan instruksional, tujuan instruksional, sasaran pembelajaran serta dilakukan identifikasi lingkungan pembelajaran dan pengetahuan yang dimiliki oleh siswa.

2. Desain

Tahap desain terkait dengan penentuan sasaran, instrumen penilaian, latihan, konten, dan analisis yang terkait materi pembelajaran, rencana pembelajaran dan pemilihan media. Fase desain dilakukan secara sistematis dan spesifik.

3. Pengembangan

Dalam tahap pengembangan dilakukan pembuatan dan penggabungan konten yang sudah dirancang pada tahapan desain. Pada fase ini dibuat storyboard, penulisan konten dan perancangan grafis yang diperlukan.

4. Implementasi

Fase ini, dibuat prosedur untuk pelatihan bagi peserta pelatihan dan instruktur/fasilitator. Pelatihan bagi fasilitator meliputi materi kurikulum, hasil pembelajaran yang diharapkan, metode penyampaian dan prosedur pengujian. Aktivitas lain yang harus dilakukan pada fase ini meliputi penggandaan dan pendistribusian materi dan bahan pendukung lainnya, serta persiapan jika terjadi masalah teknis dan mendiskusikan rencana alternatif dengan siswa.

5. Evaluasi

Setiap tahap proses ADDIE melibatkan evaluasi formatif. Ini adalah multidimensional dan merupakan komponen penting dari proses ADDIE. Ini mengasumsikan bentuk evaluasi formatif dalam tahap pengembangan. Evaluasi dilakukan selama tahap implementasi dengan bantuan instruktur dan siswa. Setelah pelaksanaan pembelajaran selesai, evaluasi sumatif dilakukan untuk perbaikan pembelajaran. Perancang seluruh

tahap evaluasi harus memastikan apakah masalah yang relevan dengan program pelatihan diselesaikan dan apakah tujuan yang diinginkan terpenuhi.

C. Teknik Analisis Data

Jenis analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif kualitatif, mendeskripsikan data yang telah dikumpulkan melalui kegiatan mahasiswa dan dosen selama proses pembelajaran serta keberhasilan yang dicapai mahasiswa secara individu maupun klasikal.

1. Analisis validasi panduan praktikum

Analisis data skor penilaian (SP) masing-masing komponen panduan praktikum dilakukan dengan deskriptif kemudian dirata-rata. Hasil skor rata-rata tersebut dideskripsikan dengan kategori sebagai berikut [11]:

- $1,0 \leq SP \leq 1,5$ = Tidak Baik : Belum dapat digunakan
- $1,6 \leq SP \leq 2,5$ = Kurang Baik : Dapat digunakan dengan revisi besar
- $2,6 \leq SP \leq 3,5$ = Cukup Baik : Dapat digunakan dengan revisi kecil
- $3,6 \leq SP \leq 4,0$ = Baik : Dapat digunakan tanpa revisi

Keterangan:

- Sedikit revisi, jika sub komponen panduan praktikum yang harus direvisi $\leq 25\%$ dari seluruh sub komponen panduan praktikum.
- Banyak revisi, jika sub komponen panduan praktikum yang harus direvisi $\geq 25\%$ dari seluruh sub komponen panduan praktikum.

2. Analisis keterlaksanaan pembelajaran

Pengamatan dilakukan setiap kali tatap muka oleh dua pengamat yang sudah dilatih sehingga dapat mengisi lembar pengamatan sesuai prosedur. Pengamatan ini meliputi aspek persiapan, pendahuluan, kegiatan inti, penutup, pengelolaan waktu dan suasana kelas. Teknik yang digunakan untuk menganalisis data hasil pengamatan tersebut adalah deskriptif kualitatif. Berdasarkan rata-rata skor pengamatan oleh dua pengamat terhadap masing-masing aspek yang diamati, kemudian dideskripsikan dengan kategori sebagai berikut.

- $1,00 - 1,99$ = tidak baik
- $2,00 - 2,99$ = kurang baik
- $3,00 - 3,49$ = cukup baik
- $3,50 - 4,00$ = baik [3]

Ketentuan diatas dikonversi dalam bentuk rubrik sebagai berikut :

- 1 = Dilakukan, tetapi tidak selesai (tidak baik)
- 2 = Dilakukan, kurang sesuai, tidak sistematis (kurang baik)
- 3 = Dilakukan, sesuai dan kurang sistematis (cukup baik)
- 4 = Dilakukan, sesuai dan sistematis (baik)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis (Analysis)

Desain tahap analisis berfokus pada target audiens. Pada tahap analisis merupakan fase pertama yang harus dilakukan. Pada fase ini yang menjadi perhatian utama bagi perancang adalah target pembelajarannya. Terdapat tiga segmen yang harus dianalisis yaitu pembelajar, pembelajaran, serta media (online) untuk menyampaikan bahan ajarnya.

1. Analisis Mahasiswa

Analisis mahasiswa digunakan untuk mengkaji tingkat perkembangan kognitif, psikomotorik dan afektif mahasiswa yang akan memakai panduan praktikum yang dikembangkan. Subjek penelitian ini adalah mahasiswa S1 Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin FT UNESA angkatan 2016 yang rata-rata berumur 20 tahun. Tahap perkembangan peserta didik termasuk dalam tahap operasional formal (12 tahun sampai dewasa). Pada tahap ini, peserta didik mempunyai ciri-ciri dapat berpikir secara abstrak dan murni, mampu membentuk konsep yang tidak tergantung pada realitas fisik dan dapat memecahkan masalah melalui penggunaan eksperimentasi sistematis dengan menerapkan ilmu yang dipelajari dalam kehidupan sehari-hari [9].

Kemampuan awal yang telah dimiliki mahasiswa yang menjadi subjek penelitian ini yaitu memahami tentang pemrograman komputer, keselamatan dan kesehatan kerja, teknologi elektronika, teknik listrik, dan prinsip dasar sistem kontrol. Selain itu, mereka juga sudah memiliki keterampilan individu (tanggungjawab, peduli, dan disiplin) dan keterampilan sosial (bertanya dan berpendapat) yang perlu diasah dan dikembangkan secara intensif agar menjadi pribadi yang berkualitas.

Dalam mempelajari mata kuliah Instrumentasi dan Kendali pokok bahasan sensor, mahasiswa menginginkan peningkatan kemampuan kognitif, afektif dan psikomotor yang bisa dikemas dalam bentuk kegiatan praktikum tentang aplikasi sensor. Oleh karena itu diperlukan perangkat pembelajaran berupa buku panduan praktikum sensor untuk menunjang kegiatan praktikum aplikasi sensor

2. Menentukan tujuan pembelajaran

Tujuan pembelajara yang ingin dicapai diantaranya:

- a. Mahasiswa dapat menggambar skema rangkaian simulasi cara kerja sensor menggunakan software proteus.
- b. Mahasiswa dapat membuat rangkaian untuk aplikasi output LCD display 16x2 pada sistem Mikro-kontroller *Arduino Uno*.
- c. Mahasiswa dapat membuat program simulasi cara kerja sensor pada sistem Mikrokontroler *Arduino Uno*.
- d. Mahasiswa dapat membuat program simulasi aplikasi output LCD display 16x2 pada sistem Mikro-kontroler *Arduino Uno*.
- e. Mahasiswa dapat membuat rangkaian untuk aplikasi LED berjalan pada sistem Mikrokontroller *Arduino Uno*.
- f. Mahasiswa dapat membuat rangkaian untuk aplikasi output buzzer pada sistem Mikrokontroller *Arduino Uno*.
- g. Mahasiswa dapat membuat program aplikasi LED berjalan pada sistem Mikrokontroler *Arduino Uno*.
- h. Mahasiswa dapat membuat program aplikasi output buzzer pada sistem Mikrokontroler *Arduino Uno*.
- i. Mahasiswa dapat membuat rangkaian untuk aplikasi *output buzzer* pada sistem Mikrokontroler *Arduino Uno*.
- j. Mahasiswa dapat membuat rangkaian untuk aplikasi *Input Push Button* pada sistem Mikrokontroler *Arduino Uno*.
- k. Mahasiswa dapat membuat rangkaian untuk aplikasi sensor ultrasonik pada sistem Mikrokontroler *Arduino Uno*.
- l. Mahasiswa dapat membuat program aplikasi *output Buzzer* pada sistem Mikrokontroler *Arduino Uno*.
- m. Mahasiswa dapat membuat program aplikasi *Input Push Button* pada sistem Mikrokontroler *Arduino Uno*.
- n. Mahasiswa dapat membuat program aplikasi sensor ultrasonik pada sistem Mikrokontroler *Arduino Uno*.
- o. Mahasiswa dapat membuat rangkaian untuk aplikasi Sensor Inframerah.
- p. Mahasiswa dapat membuat rangkaian untuk aplikasi sensor suhu LM35.
- q. Mahasiswa dapat membuat program aplikasi Sensor Inframerah pada sistem Mikrokontroller *Arduino Uno*.
- r. Mahasiswa dapat membuat program aplikasi sensor suhu LM35 pada sistem Mikrokontroller *Arduino Uno*.
- s. Siswa dapat membuat rangkaian untuk aplikasi sensor speed.
- t. Siswa dapat membuat rangkaian untuk aplikasi sensor proximity.
- u. Mahasiswa dapat membuat program aplikasi sensor speed pada sistem Mikrokontroller *Arduino Uno*.
- v. Mahasiswa dapat membuat program aplikasi sensor proximity pada sistem Mikrokontroller *Arduino Uno*.

3. Menentukan materi pembelajaran

Untuk mencapai tujuan pembelajaran di atas, maka materi pembelajaran pada panduan praktikum sensor meliputi:

- a. Pengenalan software proteus
- b. LCD display 16x2
- c. Mikrokontroller *Arduino Uno*.
- d. Buzzer
- e. Input push button
- f. Sensor ultrasonik dan aplikasinya

- g. Membuat rangkaian dan program aplikasi sensor ultrasonic
- h. Sensor infrared dan aplikasinya
- i. Membuat rangkaian dan program aplikasi sensor infrared
- j. Sensor suhu LM35 dan aplikasinya
- k. Membuat rangkaian dan program aplikasi sensor suhu LM35
- l. Sensor speed
- m. Membuat rangkaian dan program aplikasi sensor speed
- n. Sensor proximity
- o. Membuat rangkaian dan program aplikasi sensor proximity
- 4. Menentukan media yang digunakan
Media pembelajaran yang digunakan untuk menunjang pembelajaran pokok bahasan sensor meliputi:
 - a. Trainer kit sensor
 - b. Mikrokontroler Arduino Uno
 - c. Buku panduan praktikum
 - d. LCD proyektor
 - e. Video animasi aplikasi sensor

B. Perancangan (Design)

Pada tahap perancangan ini dilakukan beberapa hal yaitu: penyusunan tes, pemilihan media, pemilihan format, dan desain awal panduan praktikum.

1. Penyusunan Tes

Tes hasil belajar disusun berdasarkan indikator dan tujuan pembelajaran yang digunakan untuk mengukur keberhasilan mahasiswa dalam KBM dengan menggunakan model pembelajaran langsung yang dikombinasikan dengan model pembelajaran berbasis masalah. Pengukuran hasil belajar disini lebih ditekankan pada penilaian diri mahasiswa, penilaian yang membandingkan capaian kompetensi mahasiswa dengan sebelumnya, sesuai anjuran [3].

2. Pemilihan Media

Kegiatan ini dilakukan untuk menentukan media berbantuan komputer dan trainer kit yang tepat sesuai untuk menyampaikan materi sensor. Adapun media yang digunakan adalah sebagai berikut:

a) *Computer learning based*

Media komputer yang digunakan adalah seperangkat komputer/ laptop/notebook minimal dengan prosesor Pentium IV yang sudah diinstal aplikasi *Arduino*.

b) *Assisted learning based*

Alat bantu pembelajaran yang digunakan adalah trainer sensor berbasis arduino.

3. Desain Awal Panduan Praktikum

a. Pemilihan Format

- 1) Ukuran kertas yang digunakan dalam penyusunan modul adalah A4 secara vertikal.
- 2) Kolom (tunggal atau multi) yang proporsional. Penggunaan kolom tunggal atau multi disesuaikan dengan bentuk dan ukuran kertas yang digunakan.
- 3) Tanda atau simbol yang digunakan mudah ditangkap yang bertujuan untuk menekankan pada hal-hal yang dianggap penting atau khusus. Tanda atau simbol tersebut berupa gambar, tabel, cetak tebal, cetak miring, dll.

b. Draft Panduan Praktikum

Kegiatan desain awal panduan praktikum menghasilkan draft panduan praktikum yang mencakup beberapa aspek sebagai berikut.

- 1) Judul panduan praktikum yang menggambarkan materi yang akan dituangkan di dalam modul;
- 2) Capaian pembelajaran yang akan dicapai setelah selesai mempelajari panduan praktikum;
- 3) Kemampuan akhir yang akan dicapai setelah mahasiswa mempelajari panduan praktikum;
- 4) Indikator pembelajaran yang akan dicapai setelah mahasiswa mempelajari panduan praktikum;
- 5) Tujuan pembelajaran yang akan dicapai setelah mahasiswa mempelajari modul;
- 6) Materi panduan praktikum yang berisi pengetahuan, ketrampilan, dan sikap yang harus dipelajari dan dikuasai oleh mahasiswa;
- 7) Prosedur atau kegiatan yang harus diikuti oleh mahasiswa untuk mempelajari panduan praktikum;
- 8) Tugas yang berbasis kontekstual.

C. Pengembangan (Development)

Pada tahap pengembangan ini dilakukan validasi panduan praktikum sensor. Berdasarkan hasil validasi terhadap panduan praktikum sensor yang dikemangkan menunjukkan bahwa, skor rata-rata penilaian dari 3 validator (ahli teknik, pembelajaran, dan bahasa Indonesia) adalah 3,65 yang termasuk dalam kategori baik. Secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa panduan praktikum sensor yang dikembangkan layak digunakan.

D. Implementasi (Implementation)

Ujicoba implementasi panduan praktikum sensor pada perkuliahan Instrumentasi dan Kendali dilaksanakan pada semester gasal 2018/2019 di Jurusan Teknik Mesin FT-Unesa. Mahasiswa yang menjadi subjek pada ujicoba terbatas berjumlah 20 orang yang memprogram mata kuliah Instrumentasi dan Kendali program studi S1 Teknik Mesin.

E. Evaluasi (Evaluation)

1. Analisis dan Pembahasan Keterlaksanaan Pembelajaran

Pengamatan keterlaksanaan pembelajaran dilakukan oleh dua orang pengamat. Data pengamatan keterlaksanaan pembelajaran pada ujicoba terbatas dapat dilihat pada Tabel 1.

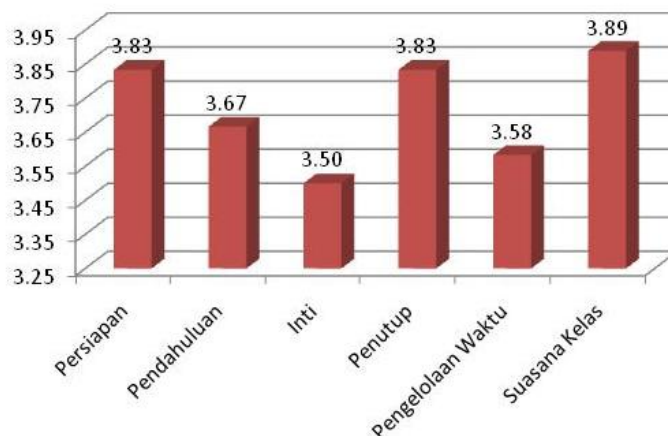
TABEL 1
HASIL KETERLAKSANAAN PEMBELAJARAN

No	Aspek yang diamati	Skor Penilaian pada Pertemuan ke-						Rerata
		1		2		3		
		P1	P2	P1	P2	P1	P2	
1	Persiapan (secara keseluruhan)	3	4	4	4	4	4	3,83
2	Pelaksanaan							
	a. Pendahuluan							
	1) Memotivasi mahasiswa	3	3	4	4	4	4	3,67
	2) Menyampaikan tujuan pembelajaran	3	3	4	4	4	4	3,67
	b. Kegiatan Inti							
	1) Mempresentasikan pengetahuan sesuai materi atau mendemosntrasikan kete-rampilan langkah demi langkah	4	4	3	3	4	4	3,67
	2) Memberikan latihan terbimbing	4	4	4	3	3	3	3,50
	3) Mengecek pemahaman dengan membe-rikan umpan balik	3	4	3	3	4	4	3,50
	4) Memberikan latihan lanjutan dan pene-rapan	4	4	3	3	3	3	3,33
	c. Penutup							
	1) Membimbing mahasiswa merangkaum materi perkuliahan	4	4	4	4	3	4	3,83
3	Pengelola Waktu							
	a. Waktu sesuai alokasi	4	4	4	3	3	3	3,50
	b. KBM sesuai skenario	3	3	4	4	4	4	3,67
4	Suasana Kelas							
	a. Berpusat pada mahasiswa	3	3	4	4	4	4	3,67
	b. Mahasiswa antusias	4	4	4	4	4	4	4,00
	c. Dosen antusias	4	4	4	4	4	4	4,00
	Jumlah							47,83
	Rata-Rata							3,68
	Kategori							Baik

Berdasarkan Tabel 1, menunjukkan bahwa rata-rata skor keterlaksanaan pembelajaran sebesar 3,68. Hal ini termasuk dalam kategori baik atau semua tahapan pembelajaran telah dilaksanakan sesuai skenario telah dirancang dan sistematis. Penilaian pengamatan untuk setiap aspek yang diamati dengan rentang 3,5 sampai

dengan 4,00 berkategori baik. Hasil ini menunjukkan bahwa dosen memiliki kemampuan yang baik dalam mengelola kegiatan belajar mengajar menggunakan perangkat pembelajaran yang dikembangkan [2].

Pada pengamatan keterlaksanaan pembelajaran terbagi menjadi 6 aspek yang terdiri dari pendahuluan, persiapan, inti, penutup, pengelolaan waktu, dan Suasana kelas. Merujuk Tabel 1, maka dapat diketahui rata-rata skor pada setiap aspek yang ditampilkan dalam bentuk grafik berikut.



Gambar 2. Grafik keterlaksanaan pembelajaran

Berdasarkan Gambar 2, dapat diketahui bahwa rata-rata skor pada aspek persiapan 3,83, pendahuluan 3,67, inti 3,50, penutup 3,83, pengelolaan waktu 3,58; dan pada aspek suasana kelas sebesar 3,89. Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa rata-rata skor tertinggi terjadi pada aspek suasana kelas sedangkan rata-rata skor terendah terjadi pada aspek inti. Hal ini menunjukkan bahwa suasana kelas sangat kondusif dan mahasiswa aktif selama proses pembelajaran. Hal ini sangat diharapkan oleh dosen maupun mahasiswa karena tujuan pembelajaran dapat tercapai dengan baik sesuai dengan yang direncanakan.

2. Analisis dan Pembahasan Hasil Belajar Mahasiswa

Hasil belajar mahasiswa pada ujicoba terbatas diukur dengan menggunakan lembar penilaian kinerja. Ketuntasan belajar mahasiswa didasarkan standar ketuntasan minimal yang ditetapkan Jurusan Teknik Mesin FT Unesa. Kriteria ketuntasan belajar secara individual adalah jika mencapai nilai ketuntasan minimal 70 atau 70%. Sedangkan untuk menentukan ketuntasan belajar mahasiswa secara klasikal dikatakan tuntas apabila persentase jumlah mahasiswa yang memperoleh nilai minimal 70 sebanyak $\geq 85\%$. Rekapitulasi ketuntasan tes hasil belajar mahasiswa pada ujicoba terbatas dapat dilihat pada Lampiran.

TABEL 1
REKAPITULASI KETUNTASAN HASIL BELAJAR MAHASISWA

No.Urut Mahasiswa	KBM 1		KBM 2		KBM 3		Rata-rata	
	U1	U2	U1	U2	U1	U2	U1	U2
1	25	78	30	85	25	85	26.67	82.67
2	25	80	30	80	25	85	26.67	81.67
3	40	80	25	85	35	90	33.33	85.00
4	40	85	25	85	30	90	31.67	86.67
5	25	78	35	85	25	85	28.33	82.67
6	35	78	30	80	25	90	30.00	82.67
7	25	85	40	85	25	85	30.00	85.00
8	30	80	35	85	35	90	33.33	85.00
Rata-rata	30.6	80.5	31.3	83.8	28.1	87.5	30.00	83.92
Jumlah mahasiswa yang tuntas	0	8	0	8	0	8	0	8
Jumlah mahasiswa yang tidak tuntas	8	0	8	0	8	0	8	0
% ketuntasan klasikal	0	100	0	100	0	100	0	100

Keterangan:

KBM = Kegiatan Belajar Mengajar

U1 = *pretest*

U2 = *posttest*

Sebuah tes dilakukan untuk mengetahui sejauh mana peserta didik dapat mencapai tujuan pembelajaran. Pada penilaian ini dilakukan tes sebanyak dua kali yaitu *pretest* (uji awal) dan *post-test* (uji akhir) pada tiap pertemuan. Dari hasil uji awal dan uji akhir seperti tampak pada dalam Tabel 2, dapat diketahui bahwa hasil belajar mahasiswa mengalami peningkatan. Rata-rata nilai hasil uji awal sebesar 30 meningkat menjadi 83,93. Selain itu, rata-rata hasil ujicoba dari kegiatan belajar 1 sampai dengan kegiatan belajar 3 menunjukkan bahwa pada *pretest* semua mahasiswa tidak tuntas sedangkan pada waktu *posttest* semua mahasiswa tuntas. Untuk ketuntasan klasikal pada *pretest* kegiatan belajar 1 sampai dengan kegiatan belajar 3 adalah sebesar 0% sedangkan pada *posttest* sebesar 100%.

Perangkat pembelajaran yang disusun merupakan salah satu faktor yang menentukan tercapai atau tidaknya tujuan pembelajaran. Perangkat pembelajaran yang baik akan menentukan kualitas pembelajaran. Pengembangan perangkat pembelajaran yang dilakukan oleh peneliti sesuai dengan teori belajar sosial dan teori belajar konstruktivisme Vygotsky. Teori belajar sosial mengemukakan bahwa sebagian besar manusia belajar melalui pengamatan dan mengingat tingkah laku orang lain. Sedangkan Vygotsky menyatakan bahwa pembelajaran terjadi melalui interaksi sosial, melalui bantuan guru atau teman sejawat yang lebih mampu, khusus memberi pengarahan atau *scaffolding* yaitu memberi dukungan untuk belajar dan pemecahan masalah. Dukungan itu dapat berupa petunjuk, peringatan, dorongan, merinci masalah ke dalam langkah-langkah, pemberian contoh, atau tindakan lain yang memungkinkan siswa tumbuh mandiri sebagai pembelajar.

V. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diambil dari penelitian ini yaitu (1) berdasarkan hasil validasi dari 3 validator menunjukkan bahwa, skor rata-rata validasi termasuk dalam kategori baik (3,65). Hal ini dapat dikatakan bahwa panduan praktikum sensor yang dikembangkan layak untuk digunakan, (2) berdasarkan hasil ujicoba maka dapat dikatakan pembelajaran lebih efektif dengan indikator bahwa mahasiswa antusias dalam mengikuti pembelajaran, dan (3) hasil belajar mahasiswa telah mencapai ketuntasan secara individual maupun klasikal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alifah, Al. 2010. *Collaborative Teamwork Learning (CTL)* Pengaruhnya Terhadap Hasil Belajar Ekonomi pada MTs Muhammadiyah Blimbing Sukoharjo. *jurnal Varia Pendidikan Volume 22 Nomor 1 Halaman 39-48*. (Online). Tersedia di <http://pasca.undiksha.ac.id>. diakses pada 12 Mei 2016.
- [2] Arsyad, A. 2006. *Media Pembelajaran*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- [3] Arikunto, S. 2001. *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- [4] Arikunto, S. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- [5] Depdiknas. 2008. *Kriteria dan Indikator Keberhasilan Pembelajaran*. Jakarta: Direktorat Tenaga Kependidikan.
- [6] Frances, Mary. 2008. Stages of Group Development—A Pcp Approach. *Personal Construct Theory & Practice*. [Online]. Tersedia di <http://www.pcp-net.org>. diakses pada 26 Oktober 2016.
- [7] Jiwa, I Wayan Merta., Atmadja, Nengah Bawa., & Yudana, Made. 2013. Pengaruh Model *Collaborative Teamwork Learning* terhadap Motivasi dan Prestasi Belajar Sosiologi Siswa Kelas X SMA Negeri 1 Amlapura. *e-Journal Pendidikan Ganesha Volume 4 Nomor 3 Halaman 119-126*. (Online). Tersedia di <http://119.252.161.254/ejournal/index>. diakses pada 12 Mei 2016.
- [8] Merdekawati, Krisna. 2015 *Implementation of 5E Learning Cycle and Performance Assessment Completed with Self Assessment on Physical Chemistry Experiment*, Proceeding at International Conference on Mathematics, Science, and Education, UNNES Semarang.
- [9] Nur, Mohamad. 2004. *Perkembangan Selama Anak-Anak dan Remaja*. Surabaya: PSMS UNESA.
- [10] Pannen, Paulina., Mustafa, Dina., & Sekar winahyu, Mestika. 2005. *Konstruktivisme dalam Pembelajaran*. Jakarta: PAU-PAI-UT.
- [11] Ratumanan, T.G. dan Lourens, T. 2003. *Evaluasi Hasil Belajar yang Relevan dengan Kurikulum Berbasis Kompetensi*. Surabaya: YP3IT Kerjasama dengan Unipress.
- [12] Sadiman, dkk. 2008. *Media Pendidikan*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- [13] Sulistyono, Mundilarto, dan Heru Kuswanto. 2014. *Pengembangan Panduan Praktikum Fisika Berbasis Inkuiri Untuk Mengembangkan Keterampilan Berpikir*. Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika.
- [14] Sundari, Undang Rosidin, dan Ismu Wahyudi. 2016. *Pengembangan Panduan Praktikum IPA SMP Berbasis Model Collaborative TeamWork Learning*.