

PEMBELAJARAN BERBANTU KOMPUTER PADA MATA PELAJARAN SENSOR DAN AKTUATOR UNTUK MENINGKATKAN PENGETAHUAN DAN KETERAMPILAN SISWA SMK KELAS XI TEKNIK ELEKTRONIKA INDUSTRI

Anjar Afif Afandi, Mardji, Slamet Wibawanto
Pendidikan Kejuruan-Pascasarjana Universitas Negeri Malang
Jalan Semarang 5 Malang. E-mail: anjarafifafandi@gmail.com

Abstract: This research aims to improve students understanding of the functions and workings circuit components on the subjects of sensor and actuator material and a light sensor heat sensor, improve the skills of students in the subjects of sensors and actuators, overcoming the lack of lab materials. This research was conducted using the method of classroom action research (PTK) and Taggart Kemmis models for 3 cycles through the four stages, namely: (a) planning, (b) action, (c) observation and (d) reflection. Practical learning strategies provided through computer simulations using a computer program Livewire Professional Edition. Understanding and skills in the definition, function, characteristics and workings of the circuit components of light sensor (LDR, and optoisolator phototransistor) and a heat sensor (thermistor) increasing from the first cycle, second cycle and third cycle. Limitations of equipment, materials and lab time can be solved by using the simulation lab simulator Livewire.

Keywords: class action research, electronics industry, computer simulation, sensors, actuators

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap fungsi komponen dan cara kerja rangkaian pada mata pelajaran sensor dan aktuator materi sensor cahaya dan sensor panas, meningkatkan keterampilan siswa pada mata pelajaran sensor dan aktuator, mengatasi permasalahan kurangnya bahan praktikum. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode penelitian tindakan kelas (PTK) model *Kemmis* dan *Taggart* selama 3 siklus melalui 4 tahapan, yaitu (a) perencanaan, (b) tindakan, (c) pengamatan dan (d) refleksi. Strategi pembelajaran diberikan melalui praktikum simulasi komputer menggunakan program komputer *Livewire Professional Edition*. Pemahaman dan keterampilan siswa terhadap pengertian, fungsi, karakteristik komponen dan cara kerja rangkaian sensor cahaya (LDR, fototransistor dan optoisolator) dan sensor panas (termistor) semakin meningkat mulai dari siklus pertama, siklus kedua dan siklus ketiga. Keterbatasan alat, bahan dan waktu praktikum dapat diatasi dengan praktikum simulasi menggunakan simulator *Livewire*.

Kata kunci: PTK, elektronika industri, simulasi komputer, sensor, aktuator

Salah satu upaya yang dilakukan pemerintah untuk meningkatkan kualitas pendidikan kejuruan adalah dengan cara mengoptimalkan penggunaan sarana dan prasarana media pembelajaran, khususnya peralatan informasi dan teknologi dalam strategi pembelajaran dalam meningkatkan kualitas pengajar serta para siswa lulusan Sekolah Menengah Kejuruan. Hal ini sesuai dengan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2007 tentang Standar Kualitas Akademik dan Kompetensi Guru bahwa pemanfaatan teknologi informasi dalam pembelajaran mampu menghindari kesalahan informasi juga agar pembelajaran tersebut nantinya tidak bersifat konvensional dalam bentuk lisan dan tulisan yang monoton. Oleh karena itu, perlu ditambahkan media pembelajaran yang mempunyai fungsi membantu guru menjelaskan materi agar lebih mudah dipahami oleh siswa. Dengan adanya media, materi yang sulit dapat disampaikan melalui media pembelajaran, sehingga tidak terjadi kesalahan konsep. Media pembelajaran yang bisa dimanfaatkan oleh siswa misalnya aplikasi komputer, *trainer* elektronika, CD interaktif, audio dan video pembelajaran, permainan (*games*), dan multimedia. Aplikasi *online* seperti internet (*E-learning* ataupun buku elektronik/*E-book*) juga bisa membantu guru dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar karena: (1) informasi yang didapatkan lebih cepat dan murah, (2) mampu mengurangi biaya kertas dan biaya distribusi peralatan, (3) dapat digunakan untuk media promosi dan orientasi siswa, (4) dapat digunakan sebagai sarana komunikasi interaktif, (5) dapat digunakan sebagai alat penelitian dan pengembangan, (6) dapat digunakan sebagai sarana *E-commerce* produk dan jasa yang ditawarkan siswa, guru atau sekolah (Lukman, dkk, 2013:4).

Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 70 Tahun 2013 tentang Kerangka Dasar dan Struktur Kurikulum SMK/MAK memuat tujuan Kurikulum 2013, yaitu mempersiapkan manusia Indonesia agar memiliki kemampuan hidup sebagai pribadi dan warga negara yang beriman, produktif, kreatif, inovatif, dan afektif serta mampu berkontribusi pada kehidupan bermasyarakat, berbangsa, bernegara, dan peradaban dunia. Kurikulum 2013 dikembangkan dengan menyempurnakan pola pikir pembelajaran di antaranya (1) pola pembelajaran satu arah (interaksi guru-peserta didik) menjadi pembelajaran interaktif (interaktif guru-peserta didik-masyarakat-lingkungan alam, sumber atau media lainnya), (2) pola pembelajaran terisolasi menjadi pembelajaran secara jejaring (peserta didik dapat menimba ilmu dari siapa saja dan dari mana saja yang dapat dihubungi serta diperoleh melalui internet), (3) pola pembelajaran alat tunggal menjadi pembelajaran berbasis alat multimedia.

Berdasarkan pengalaman peneliti sebagai pengajar kelas XI Elektronika Industri di SMK Negeri 2 Singosari, pada mata pelajaran Sensor dan Aktuator, khususnya pada materi LDR, fototransistor, opto-isolator dan termistor, menggunakan teknik ceramah diikuti dengan praktikum menggunakan komponen asli (*hardware*) dan pemberian materi menggunakan bahan ajar berbentuk *E-book* sebagai pegangan siswa. Materi pada bahan ajar *E-book* mampu memberikan gambaran kepada siswa, namun siswa belum cukup mengetahui secara detail. Praktikum menggunakan komponen asli juga dirasa belum maksimal karena perlengkapan yang digunakan belum memadai. Berdasarkan pengamatan peneliti yang telah mengajar di SMK Negeri 2 Singosari dari tahun 2009 hingga 2016, ketersediaan materi atau bahan ajar pada paket keahlian Elektronika Industri secara umum untuk memenuhi kebutuhan minimum pada penyelenggaraan kurikulum 2013 saja masih belum mencukupi.

Pembelajaran praktikum siswa menggunakan lembar kerja (*Job Sheet*) yang dibuat oleh guru dan wajib diselesaikan siswa sebagai laporan praktikum. Kondisi di dalam kelas pada saat kegiatan pembelajaran berjalan baik di awal kegiatan. Setelah kegiatan pembelajaran memasuki tahap praktikum, banyak siswa tidak mampu menjelaskan secara baik cara kerja komponen atau rangkaian yang dipelajari. Siswa bisa mempelajari cara merangkai atau menjalankan rangkaian, akan tetapi siswa belum paham cara kerja rangkaian yang dibuat. Oleh karena itu simulasi menggunakan program komputer menjadi alternatif bagi siswa untuk praktikum agar memahami cara kerja komponen atau rangkaian. Hal ini karena simulasi komputer dilengkapi dengan gambar animasi bergerak, teks, warna dan suara yang bisa menjelaskan prinsip kerja suatu komponen atau rangkaian elektronika sensor dan aktuator.

Praktikum menggunakan perangkat lunak bermanfaat dalam pelaksanaan pembelajaran di SMK. Berbagai manfaat ini sebagai bahan pertimbangan perlu tidaknya dilakukan pembelajaran menggunakan bantuan simulasi komputer.

1. Meningkatkan pemahaman siswa terhadap fungsi komponen dan cara kerja rangkaian pada mata pelajaran Sensor dan Aktuator materi sensor cahaya (LDR, fototransistor dan opto-isolator) dan sensor panas (termistor).
2. Meningkatkan keterampilan siswa pada mata pelajaran Sensor dan Aktuator materi sensor cahaya (LDR, fototransistor dan opto-isolator) dan sensor panas (termistor).
3. Mengatasi permasalahan kurangnya bahan praktik dalam kegiatan pembelajaran pada mata pelajaran Sensor dan Aktuator materi sensor cahaya (LDR, fototransistor dan opto-isolator) dan sensor panas (termistor).
4. Mengatasi permasalahan banyaknya materi pelajaran sensor dan aktuator, namun dengan waktu yang singkat hanya 2 jam (90 menit).

Ruang lingkup penelitian tindakan kelas ini adalah:

1. Penelitian dilakukan pada kelas XI Paket Keahlian Elektronika Industri di SMK Negeri 2 Singosari tahun pelajaran 2016/2017.
2. Objek penelitian pada mata pelajaran Sensor dan Aktuator, materi gambar simbol komponen, prinsip kerja, dan fungsi dari beberapa sensor, yaitu: LDR, *photo transistor*, *opto-isolator* dan *termistor*.

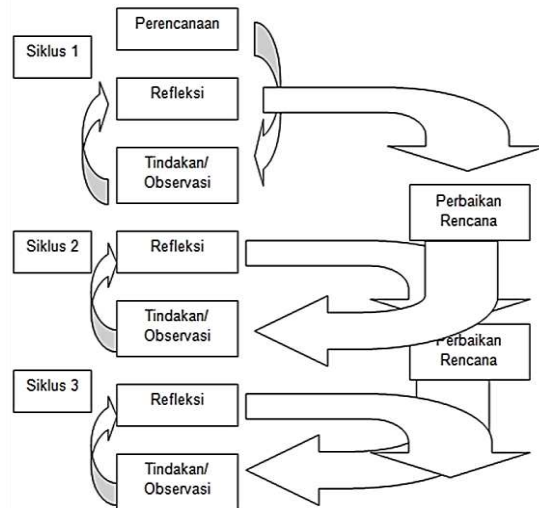
Keterbatasan penelitian tindakan kelas ini adalah:

1. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode penelitian tindakan kelas (PTK) selama 3 siklus.
2. Strategi pembelajaran yang diberikan adalah melalui praktikum simulasi komputer menggunakan program komputer *Livewire*.

METODE

Berdasarkan tujuan penelitian tersebut, maka peneliti menggunakan metode penelitian tindakan kelas (PTK) model Kemmis dan Taggart. Menurut Rochiati (2014:66), model penelitian tindakan kelas model Kemmis dan Taggart dilakukan melalui 4 tahapan, yaitu (a) perencanaan (*planning*), (b) tindakan (*action*), (c) pengamatan (*observation*) dan (d) refleksi (*reflection*).

Perencanaan dalam hal ini adalah rencana tindakan yang dilakukan dalam memperbaiki, meningkatkan atau merubah perilaku atau sikap sebagai solusi. Tindakan adalah apa yang dilakukan oleh guru atau pendidik sebagai upaya perbaikan, peningkatan atau perubahan yang diinginkan. Observasi adalah mengamati atas hasil atau dampak dari tindakan yang dilaksanakan atau dikenakan terhadap siswa. Refleksi merupakan kegiatan peneliti untuk mengkaji, melihat dan mempertimbangkan atas hasil atau dampak dari tindakan dari berbagai kriteria. Berdasarkan kriteria ini, peneliti bersama-sama guru dapat melakukan revisi (perbaikan) terhadap rencana awal. Skema penelitian tindakan kelas ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Siklus penelitian tindakan kelas menurut Kemmis dan Taggart

Penelitian ini dilakukan pada kelas XI Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri 2 (XI TEI-2) di SMK Negeri 2 Singosari yang berjumlah 37 siswa. Alasan pemilihan subjek penelitian tersebut karena Kompetensi Dasar (KD) dalam penelitian ini disajikan pada kelas XI TEI-2, sesuai dengan struktur Kurikulum 2013 yang digunakan di SMK tersebut pada Tahun Pelajaran 2016/2017. Sumber data primer adalah: hasil tes ujian Sensor dan Aktuator pada materi sensor cahaya (LDR, fototransistor dan opto-isolator) dan sensor panas (termistor), hasil observasi kinerja guru dan interaksi siswa, laporan tugas siswa setelah melaksanakan praktikum Sensor dan Aktuator, dan dokumentasi kegiatan berupa foto kegiatan pembelajaran. Sumber data skunder adalah sumber data yang diperoleh tidak secara langsung atau bisa didapat dari pihak kedua. Sumber data skunder adalah: kurikulum 2013 paket keahlian Teknik Elektronika Industri, KI-KD pada mata pelajaran Sensor dan Aktuator pada materi sensor cahaya (LDR, fototransistor dan opto-isolator) dan sensor panas (termistor) dan modul pembelajaran Sensor dan Aktuator. Tabel 1 menunjukkan data dan sumber data yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 1. Jenis Data dan Sumber Data pada Penelitian PTK

No.	Data	Sumber Data
1	Kinerja guru	Lembar observasi kinerja guru
2	Interaksi siswa	Lembar observasi interaksi siswa
3	Nilai ujian siswa	1. Hasil tes (pengetahuan) siswa, 2. Lembar observasi keterampilan,
4	Laporan tugas siswa	Laporan praktikum dan portofolio
5	Dokumentasi kegiatan	Rekaman foto

Data hasil penelitian yang diperoleh pada umumnya adalah data kualitatif (data berupa informasi berbentuk kalimat) dan data kuantitatif (data berupa angka).

1. Data kuantitatif (nilai tes siswa) dapat dianalisa secara deskriptif. Peneliti menggunakan analisa statistik, misalnya dengan nilai rerata dan persentase.

2. Data kualitatif, yaitu data yang berupa informasi berbentuk kalimat yang memberi gambaran tentang tingkat pemahaman terhadap suatu mata pelajaran (pengetahuan), sikap siswa terhadap metode belajar, aktivitas dan keaktifan siswa dalam mengikuti pembelajaran, perhatian, antusias dalam belajar, motivasi belajar dapat dianalisa secara kualitatif.

Data yang dikumpulkan pada setiap kegiatan dari pelaksanaan siklus PTK dianalisa secara deskriptif dengan menggunakan teknik presentase untuk melihat kecenderungan yang terjadi dalam kegiatan pembelajaran.

Hasil tes siswa dianalisa menggunakan nilai rerata nilai tes, kemudian diklasifikasikan dalam klasifikasi tinggi, sedang dan rendah. Aktivitas siswa dalam pembelajaran dengan menganalisa tingkat keaktifan siswa, kemudian diklasifikasikan tinggi, sedang dan rendah. Implementasi pembelajaran dengan menganalisa tingkat keberhasilan, kemudian diklasifikasikan berhasil, kurang berhasil dan tidak berhasil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Siklus Pertama

Perencanaan Siklus Pertama

Tahap perencanaan juga dilakukan penyusunan alat-alat (instrumen) penelitian pada materi sensor cahaya LDR yang meliputi RPP, slide presentasi materi, modul pembelajaran, skema rangkaian aplikasi LDR, *jobsheet*, lembar kerja siswa, lembar observasi interaksi siswa dan kinerja guru, alat evaluasi hasil belajar tiap siklus yang meliputi aspek pengetahuan dan keterampilan.

Pada tahap perencanaan ini, penulis mempersiapkan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam mengatasi permasalahan di kelas, yaitu kurangnya pemahaman siswa terhadap fungsi komponen dan cara kerja rangkaian. Semua kegiatan pembelajaran siswa difokuskan pada tujuan pemahaman fungsi LDR dan cara kerja rangkaian LDR.

Pelaksanaan Siklus Pertama

Pelaksanaan siklus pertama pada pertemuan minggu pertama dilaksanakan sebagai berikut. *Pertama*, Guru mendemokan simulasi Livewire. *Kedua*, Guru menjelaskan teori LDR. *Ketiga*, Siswa mengukur pengaruh cahaya terhadap resistansi LDR menggunakan simulator Livewire. *Keempat*, Siswa membuat aplikasi LDR berupa rangkaian pembagi tegangan pada simulator Livewire. *Kelima*, Siswa mengukur tegangan pada LDR sebagai fungsi kuat cahaya pada simulator Livewire.

Pelaksanaan siklus pertama pada pertemuan minggu kedua dilaksanakan sebagai berikut. *Pertama*, siswa membuat dan mendemokan kinerja aplikasi LDR yaitu lampu penerangan teras otomatis menggunakan simulator Livewire. *Kedua*, siswa membuat dan mendemokan kinerja aplikasi LDR yaitu kran air otomatis menggunakan simulator Livewire. Sementara itu, pelaksanaan siklus pertama pada pertemuan minggu ketiga hanya melakukan tes pengetahuan dan review pelajaran.

Observasi Siklus Pertama

Pada nilai pengetahuan, sebanyak 2 siswa mendapat nilai 100 atau sebanyak 5,40% mendapat nilai dengan kriteria tinggi. Sebanyak 3 siswa mendapat nilai dengan rentang 91—100 atau sebanyak 8,11% mendapat nilai dengan kriteria tinggi. Sebanyak 11 siswa mendapat nilai antara 81—90 atau sebanyak 29,73% mendapat nilai dengan kriteria sedang, sebanyak 14 siswa mendapat nilai rentang 75—80 atau sebanyak 37,84% mendapat nilai dengan kriteria rendah, dan sisanya sebanyak 6 siswa mendapat nilai kurang dari 75 atau sebanyak 16,21% mendapat nilai dengan kriteria tidak kompeten. Pada nilai keterampilan, sebanyak 23 siswa mendapat nilai 100 atau sebanyak 62,16% mendapat nilai dengan kriteria tinggi dan sebanyak 6 siswa sisanya mendapat nilai 75 atau sebanyak 37,84% mendapat nilai dengan kriteria rendah.

Refleksi Siklus Pertama

Hal yang menjadi catatan penting pada siklus pertama, antara lain: (a) Siswa merasa antusias dalam belajar sensor cahaya LDR menggunakan simulator Livewire. (b) Praktikum menggunakan simulator Livewire dapat mendemokan lebih banyak rangkaian dibanding dengan menggunakan komponen asli. (c) Lima siswa belum bisa menyelesaikan tugas pada *jobsheet* tepat waktu karena belum terampil menggunakan Livewire. (d) Ada 5 (lima) siswa yang tidak memakai laptop sendiri dan harus bergabung dengan temannya. Hal tersebut menjadikan pembelajaran berbantu komputer menjadi kurang efektif akibatnya penyampaian materi melalui E-book, pengerjaan *jobsheet* dalam bentuk softcopy dan simulasi komputer belum bisa maksimal. (e) Penjelasan guru tentang penggunaan simulator Livewire belum detail, sehingga empat siswa masih bertanya cara mengambil komponen dari Toolbox di Livewire dan mensimulasikan pengukuran tegangan pada rangkaian pembagi tegangan.

Selama pembelajaran pada siklus pertama terdapat beberapa siswa yang merasa sangat antusias dan mempunyai keterampilan yang baik dalam pembelajaran menggunakan simulasi Livewire. Selain itu, beberapa siswa merasa belum bisa mengikuti dengan pembelajaran ini, sehingga menjadikan mereka merasa kurang antusias dan perlu perhatian khusus

Siklus Kedua

Perencanaan Siklus Kedua

Berdasarkan refleksi pada siklus pertama, maka siklus kedua direncanakan, sebagai berikut. *Pertama*, guru menunjuk tujuh siswa yang dinilai mempunyai keterampilan menggunakan Livewire dengan baik sebagai tutor sebaya. Tutorial sebaya dilaksanakan di luar jam pelajaran sensor dan aktuator. *Kedua*, siswa yang belum terampil menggunakan Livewire diberi perhatian khusus oleh tutor sebaya di luar jam pelajaran dan oleh guru pada pelaksanaan siklus kedua. *Ketiga*, penjelasan guru tentang penggunaan simulator Livewire agar lebih didetailkan terutama pada siswa yang perlu perhatian khusus.

Pelaksanaan Siklus Kedua

Pelaksanaan siklus kedua pada pertemuan minggu keempat dilaksanakan sebagai berikut. *Pertama*, guru menjelaskan teori fototransistor dan optoisolator. *Kedua*, guru mengelompokkan siswa dengan pengetahuan dan keterampilan kurang untuk diberi perhatian khusus. *Ketiga*, siswa membuat aplikasi fototransistor pada kendali saklar LED menggunakan simulator Livewire. *Keempat*, siswa mensimulasikan pengukuran arus fototransistor pada aplikasi sederhana menggunakan simulator Livewire. *Kelima*, siswa mensimulasikan pengukuran tegangan fototransistor pada aplikasi sederhana menggunakan simulator

Livewire. Pelaksanaan siklus kedua pada pertemuan minggu kelima dilaksanakan sebagai berikut. *Pertama*, siswa membuat aplikasi optoisolator dan mensimulasikan pengukuran arus pada optoisolator menggunakan simulator Livewire. *Kedua*, siswa mensimulasikan pengukuran tegangan pada optoisolator menggunakan simulator Livewire. Sementara itu, pelaksanaan siklus kedua pada pertemuan minggu keenam hanya melakukan tes pengetahuan dan review pelajaran.

Observasi Siklus Kedua

Pada nilai pengetahuan, sebanyak 3 siswa mendapat nilai 100 atau sebanyak 8,11%. Sebanyak 6 siswa mendapat nilai rentang 91—100 atau sebanyak 16,22% mendapat nilai dengan kriteria tinggi. Sebanyak 12 siswa mendapat nilai antara 81—90 atau sebanyak 32,43% mendapat nilai dengan kriteria sedang, sebanyak 15 siswa mendapat nilai rentang 75—80 atau sebanyak 40,54% mendapat nilai dengan kriteria rendah, dan sisanya sebanyak 4 siswa mendapat nilai kurang dari 75 atau sebanyak 10,81% mendapat nilai dengan kriteria tidak kompeten. Pada nilai keterampilan, sebanyak 26 siswa mendapat nilai 100 atau sebanyak 70,27% mendapat nilai dengan kriteria tinggi dan sebanyak 11 siswa sisanya mendapat nilai 75 atau sebanyak 29,73% mendapat nilai dengan kriteria rendah.

Refleksi Siklus Kedua

Hal yang menjadi catatan penting pada siklus kedua meliputi (a) tingkat pemahaman siswa terhadap materi sensor fototransistor dan optoisolator lebih baik dibanding siklus pertama. hal ini terlihat dari hasil tes pengetahuan, siswa yang kurang kompeten menjadi empat siswa; (b) empat siswa yang masih belum terampil menggunakan livewire; (c) empat siswa belum bisa menyelesaikan tugas pada jobsheet tepat waktu karena belum terampil menggunakan livewire; (d) ada lima siswa yang tidak memakai laptop sendiri dan harus bergabung dengan temannya; (e) mengelompokkan dan memberi perhatian khusus kepada siswa yang belum kompeten pada materi fototransistor dan optoisolator dan siswa yang kurang terampil menggunakan livewire menjadi solusi yang baik. Selama pembelajaran pada siklus kedua terlihat siswa menjadi lebih antusias, tetapi masih ada siswa yang belum bisa mengikuti pembelajaran ini dengan baik.

Siklus Ketiga

Perencanaan Siklus Ketiga

Berdasarkan hasil refleksi pada pelaksanaan siklus kedua, maka dibuat rencana tindak lanjut sebagai dasar perencanaan di siklus ketiga. *Pertama*, guru tetap menunjuk tujuh siswa yang dinilai mempunyai pengetahuan dan keterampilan menggunakan Livewire dengan baik sebagai tutor sebaya. Tutorial sebaya dilaksanakan di luar jam pelajaran sensor dan aktuator. *Kedua*, siswa yang belum terampil menggunakan Livewire diberi perhatian khusus oleh tutor sebaya di luar jam pelajaran. *Ketiga*, mengelompokkan dan memberi perhatian khusus kepada siswa yang belum kompeten dan siswa yang kurang terampil menggunakan Livewire pada materi sensor suhu termistor NTC di siklus ketiga

Pelaksanaan Siklus Ketiga

Pelaksanaan siklus ketiga pada pertemuan minggu ketujuh dilaksanakan sebagai berikut. *Pertama*, guru menjelaskan teori termistor. *Kedua*, guru mengelompokkan siswa dengan pengetahuan dan keterampilan kurang untuk diberi perhatian khusus. *Ketiga*, siswa mengukur pengaruh suhu terhadap resistansi termistor menggunakan simulator Livewire. Pelaksanaan siklus ketiga pada pertemuan minggu kedelapan dilaksanakan sebagai berikut. *Pertama*, siswa membuat aplikasi termistor dan mensimulasikan pengukuran arus termistor pada aplikasi pendeteksi suhu kamar menggunakan simulator Livewire. *Kedua*, siswa mensimulasikan pengukuran tegangan termistor NTC pada aplikasi pendeteksi suhu kamar menggunakan simulator Livewire. Sementara itu, pelaksanaan siklus ketiga pada pertemuan minggu kesembilan hanya melakukan tes pengetahuan dan review pelajaran.

Observasi Siklus Ketiga

Pada nilai pengetahuan, sebanyak 4 siswa mendapat nilai 100 atau sebanyak 10,81%. Sebanyak 7 siswa mendapat nilai rentang 91—100 atau sebanyak 18,92% mendapat nilai dengan kriteria tinggi. Sebanyak 12 siswa mendapat nilai antara 81—90 atau sebanyak 32,43% mendapat nilai dengan kriteria sedang, sebanyak 14 siswa mendapat nilai rentang 75—80 atau sebanyak 37,84% mendapat nilai dengan kriteria rendah, dan sisanya sebanyak 4 siswa mendapat nilai kurang dari 75 atau sebanyak 10,81% mendapat nilai dengan kriteria tidak kompeten. Pada nilai keterampilan, sebanyak 29 siswa mendapat nilai 100 atau sebanyak 78,38% mendapat nilai dengan kriteria tinggi dan sebanyak 8 siswa sisanya mendapat nilai 75 atau sebanyak 21,62% mendapat nilai dengan kriteria rendah.

Refleksi Siklus Ketiga

Hal yang menjadi catatan penting pada siklus ketiga, antara lain (a) tingkat pemahaman siswa terhadap materi sensor suhu termistor NTC lebih baik dibanding siklus kedua. Hal ini terlihat dari hasil tes pengetahuan, siswa yang kurang kompeten menjadi tiga siswa; (b) terdapat empat siswa yang masih belum terampil menggunakan Livewire; (c) empat siswa belum bisa menyelesaikan tugas pada jobsheet tepat waktu karena belum terampil menggunakan Livewire; (d) ada tiga siswa yang tidak

memakai laptop sendiri dan harus bergabung dengan temannya; (e) pengelompokan dan diberi perhatian khusus kepada siswa yang belum kompeten pada materi sensor suhu termistor NTC dan siswa yang kurang terampil menggunakan Livewire menjadi solusi yang baik untuk mengatasi permasalahan yang muncul pada siklus ketiga. Selama pembelajaran pada siklus kedua terlihat siswa menjadi lebih antusias, tetapi sama halnya pembelajaran di siklus kedua, masih terdapat siswa yang belum bisa mengikuti pembelajaran dengan baik.

Rekapitulasi Pencapaian Nilai Pengetahuan dan Keterampilan pada Siklus Pertama, Kedua dan Ketiga

Pemahaman siswa terhadap pengertian, fungsi, karakteristik komponen dan cara kerja rangkaian sensor cahaya (LDR, fototransistor dan optoisolator) dan sensor panas (termistor) semakin meningkat mulai dari siklus pertama, siklus kedua dan siklus ketiga. Jumlah perolehan nilai pengetahuan siswa pada siklus pertama adalah 2945, pada siklus kedua adalah 3070 dan pada siklus ketiga adalah 3110. Rata-rata perolehan nilai pengetahuan siswa pada siklus pertama adalah 79,59, pada siklus kedua adalah 82,97 dan pada siklus ketiga adalah 84,05.

Keterampilan siswa pada materi sensor cahaya (LDR, fototransistor dan opto-isolator) dan sensor panas (termistor) semakin meningkat mulai dari siklus pertama, siklus kedua dan siklus ketiga. Jumlah perolehan nilai keterampilan siswa pada siklus pertama adalah 3350, pada siklus kedua adalah 3425 dan pada siklus ketiga adalah 3500. Rata-rata perolehan nilai keterampilan siswa pada siklus pertama sebesar 90,54, pada siklus kedua sebesar 92,57, dan pada siklus ketiga sebesar 9459.

SIMPULAN

Pertama, pemahaman siswa terhadap pengertian, fungsi, karakteristik komponen dan cara kerja rangkaian sensor cahaya (LDR, fototransistor, dan optoisolator) dan sensor panas (termistor) semakin meningkat mulai dari siklus pertama, siklus kedua dan siklus ketiga. Jumlah perolehan nilai pengetahuan siswa pada siklus pertama adalah 2945, pada siklus kedua adalah 3070 dan pada siklus ketiga adalah 3110. Rata-rata perolehan nilai pengetahuan siswa pada siklus pertama adalah 79,59, pada siklus kedua adalah 82,97 dan pada siklus ketiga adalah 84,05.

Kedua, keterampilan siswa pada materi sensor cahaya (LDR, fototransistor dan opto-isolator) dan sensor panas (termistor) semakin meningkat mulai dari siklus pertama, siklus kedua dan siklus ketiga. Jumlah perolehan nilai keterampilan siswa pada siklus pertama adalah 3350, pada siklus kedua adalah 3425 dan pada siklus ketiga adalah 3500. Rata-rata perolehan nilai keterampilan siswa pada siklus pertama adalah 90,54, pada siklus kedua adalah 92,57 dan pada siklus ketiga adalah 9459.

Keterbatasan alat dan bahan dapat diatasi dengan praktikum simulasi menggunakan simulator Livewire sehingga siswa mampu belajar lebih mandiri dengan mudah. Selain itu, dengan adanya praktikum menggunakan Livewire, dapat mendemonstrasikan lebih banyak aplikasi elektronika sensor dan aktuator daripada praktikum menggunakan komponen asli.

DAFTAR RUJUKAN

- Lukman, M., Alfian Dzikri., Nining Astuti., Hamim Afif N., Mahmudz Reza F., Fika Puspitasari., Yohana Agustina., Miftahul Ulum., Naviul Hasanah., Aziz Nurarifin., Itsnaniya Fatwanurani & Shobbah Sabilil. 2013. *Buku Panduan Pelatihan Aplikasi Teknologi Informasi*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2013 tentang Kerangka Dasar dan Struktur Kurikulum SMK/MAK.
- Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 104 Tahun 2014 tentang Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah.
- Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2007 tentang Standar Kualitas Akademik dan Kompetensi Guru.
- Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945.
- Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional.