

**PENGEMBANGAN TEACHING AIDS UNIVERSAL INTERNET OF THINGS
BERBASIS REVOLUSI INDUSTRI 4.0 UNTUK MENINGKATAN KOMPETENSI
PROFESIONAL GURU SMK BIDANG KEAHLIAN TEKNOLOGI INFORMASI****Eko Subiyantoro, Abdul Munif**Balai Besar Pengembangan Penjaminan Mutu Pendidikan Vokasi Bidang Otomotif dan Elektronika (BBPPMPV BOE),
Kemdikbudristek**Info Artikel**Received:
18 April 2022
Accepted:
28 Agustus 2022Kata Kunci:
R.I 4.0, IoT, *teaching aids*, UnIoTSys.**Abstrak**

Pendidikan dan pelatihan merupakan esensi dalam pendidikan vokasi untuk meningkatkan *hardskill* dan *softskill* yang sangat dibutuhkan di dunia kerja. Pesatnya perkembangan teknologi yang memasuki revolusi industri 4.0 (R.I 4.0) yang berdampak pada perubahan yang harus dihadapi pada pendidikan vokasi. Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) sebagai salah satu pelaksana pendidikan vokasi harus mampu menerapkan revolusi industri 4.0 dalam pembelajaran di kelas. Sayangnya tidak semua Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) mampu menyediakan media atau alat bantu ajar atau *teaching aids* untuk mendukung proses pembelajaran terintegrasi praktikum pada R.I 4.0. Pengembangan Teaching aids Universal IoT System (UnIoTSys) dimaksudkan untuk membuat miniatur dan *internet of things* (IoT) dalam satu perangkat yang multifungsi. Metode ADDIE digunakan untuk mengembangkan UnIoTSys yang dapat digunakan dalam proses transfer pengetahuan dan teknologi terdiri dari dua bagian utama *hardware* dan *software*. Hasil pelatihan Guru-Guru SMK bidang keahlian teknologi informasi dengan memanfaatkan *teaching aids* UnIoTSys dalam tiga angkatan pelatihan di BBPPMPV BOE Malang memperoleh hasil rerata sangat baik yaitu 92,77% dalam lingkup kompetensi professional guru dan dibuktikan dengan pembuatan projek-projek yang berbasis R.I 4.0.

Abstract

Education and training are the essence of vocational education to improve hard skills and soft skills which are very much needed in the world of work. The rapid development of technology that has entered the industrial revolution 4.0 (R.I 4.0) has an impact on changes that must be faced in vocational education. Vocational High Schools (SMK) as one of the implementers of vocational education must be able to implement the 4.0 industrial revolution in classroom learning. Unfortunately, not all Vocational High Schools (SMK) are able to provide media or teaching aids or teaching aids to support the integrated practicum learning process in R.I 4.0. The development of Teaching aids Universal IoT System (UnIoTSys) is intended to make miniatures and the internet of things (IoT) in one multifunctional device. The ADDIE method is used to develop UnIoTSys which can be used in the knowledge and technology transfer process consisting of two main parts of hardware and software. The results of the training of SMK teachers in the field of information technology expertise by utilizing teaching aids UnIoTSys in three training forces at BBPPMPV BOE Malang obtained a very good average result of 92.77% in the scope of teacher professional competence and evidenced by the creation of projects based on R.I 4.0.

PENDAHULUAN

Revolusi Industri adalah suatu perubahan besar-besaran yang terjadi dalam dunia industri karena munculnya perkembangan teknologi dalam mengelola sumber daya, sehingga menjadikan setiap prosesnya jauh lebih efektif dan efisien dari sebelumnya (Ikhsan, 2022). Revolusi Industri 4.0 merupakan pengembangan dari revolusi industri sebelumnya yang telah menyebabkan perubahan paradigma pada sektor manufaktur. Teknologi mekanisasi yang menggunakan tenaga air dan uap muncul pada era revolusi industri 1.0. Kemudian teknologi produksi massal pada lini perakitan yang menggunakan tenaga listrik muncul pada era revolusi industri 2.0. Selanjutnya teknologi otomatisasi yang menggunakan teknologi informasi hadir pada era revolusi industri 3.0. Saat ini dengan gelombang Revolusi Industri 4.0 telah menyebar ke segala penjuru dunia. Dalam R.I. 4.0 ini telah dimanfaatkan berbagai gabungan atau konvergensi antara bidang teknologi informasi (TI) dan teknologi operasional (OT) yang dapat menghasilkan digitalisasi sistem produksi yang disebut dengan *digital twin*, dan dimanfaatkannya teknologi *cloud computing* yang dikombinasikan dengan teknologi kecerdasan buatan (*artificial intelligence*), *Internet of Things* (IOT), dan *big data* sehingga dimungkinkan terbentuknya *Cyber-Physical System* (CPS) dan industri cerdas (Roosmariharso dkk, 2019).

Internet of Things atau IoT pertama kali dikeluarkan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999 di salah satu presentasinya. Menurut Leloglu (2017), IoT adalah jaringan perangkat fisik, kendaraan, bangunan, dan item lain yang disematkan dengan elektronik, perangkat lunak, sensor, aktuator, dan jaringan konektivitas yang memungkinkan objek-objek ini untuk bertukar data. Pendapat lain diungkapkan oleh Hung, M. (2017), wakil presiden dari Gartner Research menyatakan bahwa IoT adalah jaringan objek fisik khusus yang mengandung teknologi tertanam (*embedded technology*) untuk berkomunikasi dan merasakan (*sensing*) atau berinteraksi dengan keadaan internal atau lingkungan eksternal. Jaringan tersebut menghubungkan aset, proses, dan personel yang memungkinkan pengambilan data dan peristiwa dimana perusahaan dapat mempelajari perilaku, melakukan tindakan pencegahan, atau menambah bahkan mengubah proses bisnisnya. Pada saat ini, IoT telah berkembang dari konvergensi teknologi nirkabel, *micro electromechanical systems* (MEMS), dan internet.

Internet of thing (IoT) bisa dimanfaatkan pada gedung untuk mengendalikan peralatan elektronik seperti lampu ruangan yang dapat dioperasikan dari jarak jauh melalui jaringan komputer, tidak dapat dipungkiri kemajuan teknologi yang sedemikian cepat harus bisa dimanfaatkan, dipelajari serta diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Contohnya adalah perkembangan teknologi yang bisa dimanfaatkan dari adanya koneksi internet ini bisa mengakses peralatan elektronik seperti lampu ruangan yang dapat dioperasikan dengan cara online melalui mobile. Sehingga, dapat memudahkan pengguna memantau ataupun mengendalikan lampu kapanpun dan

dimanapun dengan catatan di lokasi yang akan diterapkan teknologi kendali jarak jauh mempunyai jaringan internet yang memadai. Sistem kendali jarak jauh, memudahkan pengguna dalam mengontrol lampu gedung yang jaraknya cukup jauh lokasinya. (Panduardi, 2016)

Pada tahun 2016 Kantor Pemerintah Inggris menjelaskan *Internet of Things* untuk sistem pendidikan. Mereka bermaksud untuk menyoroti dampak Industri 4.0 pada pendidikan dan menunjukkan pemanfaatan khususnya IoT dalam merancang sistem pendidikan (Oztemel, E., & Gursev, S, 2018).

Kemendikbudristek melalui BBPPMPV BOE Malang melalui program Revitalisasi SMK, melaksanakan peran strategis khususnya dalam peningkatan jumlah dan kompetensi bagi pendidik dan tenaga kependidikan SMK. Kompetensi profesional kejuruan guru dituntut untuk menguasai teknologi R.I. 4.0 agar linear dengan dunia industri. Selaian itu guru kejuruan juga harus menguasai kompetensi pedagogic yaitu kemampuan mengelola pembelajaran peserta didik meliputi pemahaman terhadap peserta didik, perancangan dan pelaksanaan pembelajaran, evaluasi hasil belajar, dan pengembangan peserta didik untuk mengaktualisasi ragam potensi yang dimilikinya. Pengelolaan pembelajaran yang baik dan dinamis, guru dituntut untuk menguasai berbagai metode pembelajaran dan menciptakan alat bantu pengajaran (*teaching aids*) untuk memudahkan siswa memahami konsep kejuruan.

Salah satu metode pembelajaran yang cocok untuk pendidikan kejuruan adalah *Project Based Learning* (PjBL). (Mulyadi Eko, 2015). Pendidikan vokasi diminta untuk mengimplementasikan model pembelajaran PjBL. Metode PjBL dalam pendidikan vokasi menggunakan proyek sebagai medianya. Selama pengerjaan proyek akan terbentuk *hardskill* dan *softskill*.

Universal IoT System (UnIoTSys) merupakan *teaching aids* yang dapat digunakan dalam proses transfer pengetahuan dan teknologi terdiri dari dua bagian utama, yaitu *hardware* merupakan *module-module* yang saling terintegrasi dan fleksibel dalam penggunaannya (*plug and play*) yang terdiri dari SBC Raspberry Pi 4, LCD hdmi, mikrotik, module sensor, module relay, terminal AC output 220, *projectboard*, dan komponen-komponen elektronika. *Software* merupakan perangkat lunak *open source* GNU General Public License (GPL) yang terdiri dari sistem operasi raspbian, sd card formatter, python up to version 3, flask webserver, dan library-library lain.

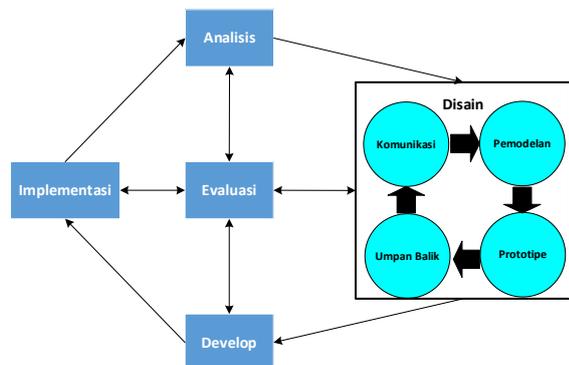
Tujuan pengembangan UnIoTSys adalah (1) Menerapkan teknologi IoT melalui teknologi *raspberry pi* dan pemrograman python dalam satu *teaching aids* yaitu UnIoTSys, (2) Membangun interkoneksi *hardware* dalam pengembangan IoT di sekolah atau lembaga pelatihan, dan (3) Menciptakan *software* aplikasi IoT yang dibutuhkan oleh lingkungan sekolah dan masyarakat sekitar. Sekolah dapat memanfaatkan UnIoTSys untuk membuat proyek-proyek IoT yang dibutuhkan sekolah dalam mewujudkan transformasi digital berbagai peralatan sekolah. Selain itu, lembaga pelatihan dapat memanfaatkan UnIoTSys untuk

melatih masyarakat dalam penerapan teknologi IoT untuk keperluan *smart home* dan aplikasi lainnya. BBPPMPV BOE dapat memanfaatkan UniIoTSys untuk melatih Guru-Guru SMK dengan sains dan teknologi terbaru yang sesuai dengan revolusi industri 4.0.

METODE

Model Pengembangan ADDIE

Model ADDIE dikembangkan oleh Dick and Carry pada tahun 1996 untuk merancang sistem pembelajaran (Dick, W, Carey, 2005). Model ADDIE ini menggunakan 5 langkah pengembangan atau tahapan. Pengembangan *teaching aids UniIoTSys* menggunakan model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Develop, Implement, dan Evaluation*), karena dalam model pengembangan tersebut terdapat evaluasi di setiap proses yang bertujuan untuk kesempurnaan aplikasi sebelum diuji coba. Desain model penelitian dan pengembangan setelah diintegrasikan dengan model prototipe disajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Model Pengembangan *Teachings Aids* UniIoTSys

1. Desain dan Pengembangan Prototipe

Desain dan pengembangan *teaching aids* UniIoTSys meliputi beberapa tahapan yaitu, analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi.

a) Tahap Analisis

Pada tahap ini, kegiatan utama adalah menganalisis perlunya pengembangan model *teaching aids* UniIoTSys untuk implementasi pembelajaran R.I. 4.0. Kegiatan yang dilakukan dalam tahap ini adalah:

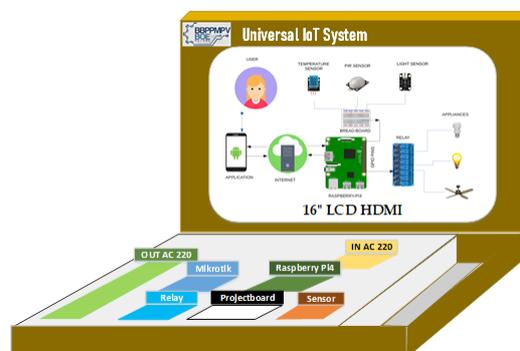
- Melakukan *needs analysis* (analisis kebutuhan) yaitu untuk menentukan kemampuan-kemampuan atau kompetensi yang perlu dipelajari oleh peserta diklat.
- Melakukan *performance analysis* (analisis kinerja) yaitu untuk mengetahui dan mengklarifikasi permasalahan dan solusi pembuatan dan penerapan *teaching aids* UniIoTSys dalam pelatihan.

b) Tahap Desain

Kegiatan ini merupakan proses sistematis yang dimulai dari menetapkan tujuan pembuatan *teaching aids*, merancang prototipe hardware, menentukan software,

merancang struktur program pelatihan, merancang materi pelatihan dan alat evaluasi hasil belajar. Rancangan *teaching aids* ini masih bersifat konseptual dan mendasari proses pengembangan berikutnya. Tahap ini dikenal juga dengan istilah membuat rancangan.

Rincian tahap yang dilakukan merujuk pada Gambar 2 tentang model pengembangan *teaching aids* UniIoTSys.



Gambar 2. Prototipe *teaching aids* UniIoTSys.

c) Tahap Pengembangan

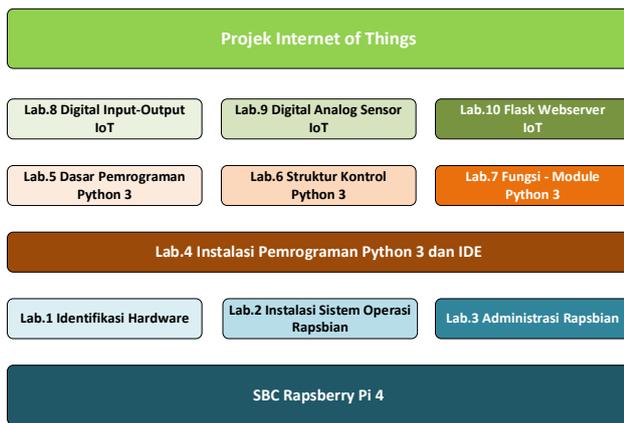
- Pengembangan prototipe perangkat keras, fase pengembangan ini berkaitan dengan pemilihan perangkat keras yang kompatibel dan dapat saling berinteraksi. Modul perangkat keras terdiri dari modul AC line in 220, monitor, raspberry, sensor, relay output AC 220.
- Pemilihan atau pengembangan perangkat lunak, fase ini berkaitan dengan pemilihan perangkat lunak yang cocok dengan prototipe perangkat keras UniIoTSys.
- Membuat modul diklat, fase ini dibuat suatu modul yang berisi petunjuk, teori, dan praktikum dalam menggunakan *teaching aids* UniIoTSys.

d) Tahap Implementasi

Pada tahap ini diimplementasikan rancangan dan metode yang telah dikembangkan pada situasi yang nyata yaitu di dalam pelatihan guru melalui ujicoba penggunaan *teaching aids* UniIoTSys. Fase ini mengintegrasikan penggunaan perangkat keras, perangkat lunak, dan modul diklat.

Implementasi dilakukan kepada guru-guru yang melakukan pelatihan di Balai Besar Pengembangan Penjaminan Mutu Pendidikan Vokasi Bidang Otomotif dan Elektronika (BBPPMPV BOE) Malang selama tiga tahun melalui Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) tahun 2019 – 2021. Pelatihan dengan menggunakan *teaching aids* UniIoTSys merupakan model pelatihan baru yang menerapkan PjBL setiap akhir pelatihan peserta melaksanakan ekpose proyek-proyek berbasis IoT. Pada pelatihan tahun 2021 *teaching aids* UniIoTSys menggunakan aplikasi perangkat keras dan lunak yang sudah diselesaikan dengan perkembangan teknologi terbaru.

Struktur program adalah proporsi waktu antara teori, penugasan, dan praktik lapangan serta jumlah keseluruhan jam diklat. Struktur program diklat yang digunakan dalam pelatihan dalam Gambar 3.

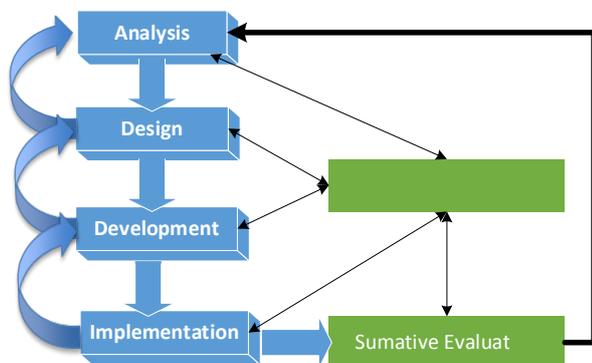


Gambar 3. Struktur program diklat UnIoT Sys

Struktur program diklat terdiri dari materi-materi *hardware* dan *software* yang disusun berdasarkan tingkatan pengetahuan dan keterampilan. Urutan materi hardware adalah identifikasi SBC Rapsberry Pi, instalasi sistem operasi, dan administrasi rapsbian. Sedangkan urutan materi software adalah dasar python, struktur kontrol, module-fungsi, digital input output, sensor analog digital, dan flask-microframework. Keluaran diklat dengan menggunakan *teaching aids* UnIoT Sys adalah proyek-proyek IoT yang aktual di sekolah atau lingkungan sekitar.

e) Tahap Evaluasi

Evaluasi dilakukan dalam dua bentuk yaitu evaluasi formatif dan sumatif terhadap unjuk kerja dan fleksibilitas *teaching aids* UnIoT Sys. Evaluasi formatif dilaksanakan pada setiap akhir mini proyek sedangkan evaluasi sumatif dilakukan setelah kegiatan diklat berakhir secara keseluruhan. Evaluasi sumatif mengukur unjuk kerja secara utuh dari *teaching aids* UnIoT Sys. Evaluasi dilakukan selama dan setelah kegiatan berlangsung. Yang dievaluasi adalah desain program pelatihan, penggunaan sumber daya, dan hasil yang diperoleh oleh partisipan program pelatihan. Dalam mengevaluasi media ini menggunakan evaluasi formatif. Tujuan dilakukan evaluasi formatif yaitu untuk mengetahui tingkat kelayakan, dengan melakukan evaluasi kepada ahli materi untuk mengetahui kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran, kepada ahli media untuk mengetahui kelayakan media UnIoT Sys (Nabil Ihza, MNS.,2020). Kegiatan evaluasi ini bisa digambarkan dalam Gambar 4.



Gambar 4. Model pengujian teaching aids UnIoT Sys

2. Teknik Analisis Data

Data dalam penelitian pengembangan dipaparkan menggunakan data kuantitatif dari hasil angket penilaian yang diberikan kepada ahli media, ahli materi dan subjek coba. Rumus yang digunakan untuk mengolah data dibagi menjadi 2, yaitu pengolahan data setiap item dan secara keseluruhan yang diadaptasi dari Akbar (2013). Rumus pengolahan data setiap item diadaptasi dari yang ditunjukkan pada Persamaan (1). Rumus pengolahan data secara keseluruhan ditunjukkan pada Persamaan (2).

$$V = \frac{TSe}{TSh} \times 100\% \quad (1)$$

dimana,

V adalah validitas berdasarkan persentase.

TSe adalah total skor empirik (total skor yang dicapai)

TSh adalah jumlah skor maksimal (total skor ideal yang diharapkan dicapai).

$$V = \frac{\sum TSe}{\sum TSh} \times 100\% \quad (2)$$

dimana,

V adalah validitas berdasarkan persentase,

$\sum TSe$ adalah jumlah total skor empirik

$\sum TSh$ adalah jumlah total skor maksimal

Adapun kriteria untuk memberikan penilaian dari produk yang telah dibuat sebagai dasar pengambilan keputusan untuk merevisi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Validitas Berdasarkan Persentase

| Persentase | Kreteria Validasi |
|----------------|--------------------------------------------------------------------|
| 85,01 – 100,00 | Sangat valid, atau dapat digunakan tanpa revisi |
| 70,01 – 85,00 | Cukup valid, atau dapat digunakan namun perlu direvisi kecil |
| 50,01 – 70,00 | Kurang valid, atau tidak dapat digunakan karena perlu revisi besar |
| 01,00 – 50,00 | Tidak valid, atau tdak boleh digunakan |

(Sumber: Akbar, 2013)

Dengan kriteria validitas produk yang telah dipaparkan pada Tabel 1 maka pengembangan aplikasi dapat dikatakan berhasil dn sesuai dengan kriteria apabila mencapai persentase minimal 70,01%. Tabel kriteria kelayakan aplikasi yang dikembangkan ditunjukkan Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Kelayakan Media Pembelajaran

| Persentase | Kreteria Validasi |
|------------|-------------------|
| 82 – 100 | Sangat layak |
| 63 - 81 | Layak |
| 44 – 62 | Kurang layak |
| 23 - 45 | Tidak layak |

(Sumber: Akbar, 2013)

Dengan kriteria kelayakan produk yang telah dijelaskan pada Tabel 2 maka aplikasi yang dikembangkan dikatakan layak apabila mencapai tingkat kriteria persentase minimal 63%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur peningkatan kompetensi guru smk bidang teknologi informasi. Penelitian diawali dengan membuat prototipe *teaching aids*. Selanjutnya prototipe tersebut digunakan oleh peserta diklat sebagai referensi dalam pengembangan alat bantu mengajar pada program diklat peningkatan kompetensi guru. Peserta diklat diberikan kebebasan dalam merancang, mengatur tataletak komponen, dan rencana pengembangan selanjutnya. *Teaching aids* tersebut digunakan untuk praktek pemrograman IoT berbasis proyek. Hasil proyek berupa produk perangkat lunak dan perangkat keras yang dapat mengontrol atau memonitoring perangkat-perangkat sensor. Hasil pelatihan merupakan desain sistem dan implementasi dalam bentuk simulasi aplikasi dengan menggunakan *teaching aids* UnIoT Sys. Produk tersebut diharapkan dapat menjawab tantangan dan tuntutan Revolusi Industri 4.0. Pengembangan *teaching aids* UnIoT Sys dengan pembuatan proyek-proyek berbasis IoT dapat meningkatkan keterampilan guru-guru SMK dalam menguasai teknologi dan penerapan R.I. 4.0.

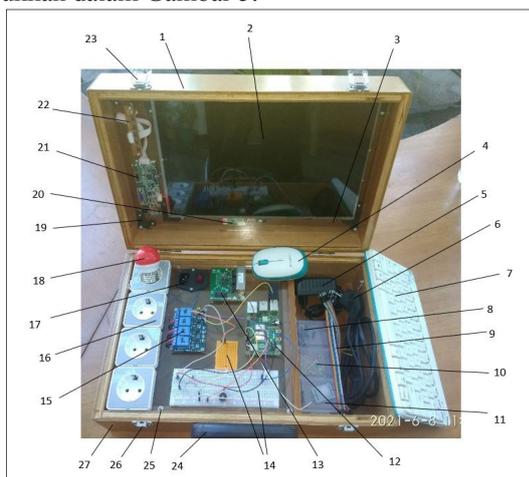
Analisa dan pengujian *teaching aids* UnIoT Sys meliputi pengujian fungsionalitas perangkat keras, pengujian fungsionalitas perangkat lunak, dan hasil pelatihan guru-guru bidang keahlian teknologi informasi.

1. Hasil Pengujian Kelayakan UnIoT Sys

Pengujian kelayakan UnIoT Sys sebagai *teaching aids* menggunakan dua tahapan pengujian fungsionalitas perangkat keras dan pengujian fungsionalitas perangkat lunak.

1.1 Pengujian Fungsionalitas Perangkat Keras

Prototipe *teaching aids* UnIoT beserta spesifikasinya ditunjukkan dalam Gambar 5.



Gambar 5. Prototipe teaching aidss UnIoT Sys

Spesifikasi hasil perakitan *teaching aids* Universal IoT

- 1) Box penutup trainer kayu finising jati 45x29x15,5 tebal kayu 2,5 cm
- 2) Mika penutup monitor dan alas komponen: 42x27, 27x27 cm
- 3) Box monitor kayu finising jati 45x29x15,5 tebal kayu 2,5 cm

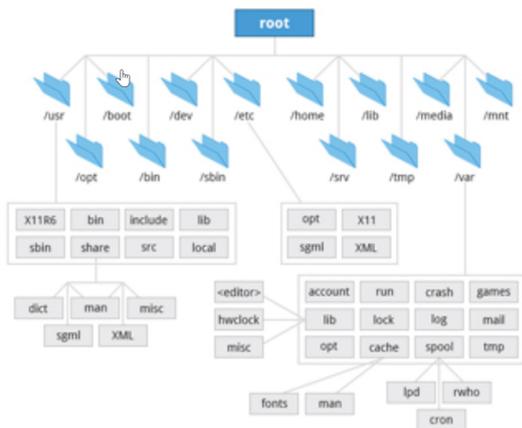
- 4) Wireless mouse
- 5) Power Supply raspberry Pi Power Supply: High quality adaptor 5V 3A
- 6) Kabel power line AC 220
- 7) Wireless keyboard
- 8) Box komponen transparan 3 slot 17,5x7x2,5 cm berisi led merah hijau kuning masing masing 5 biji
- 9) Kabel jumper male – female dan male -male
- 10) Resistor 270 ,330, 1 K 10 K ohm 0.5 watt
- 11) Sensor ultrasonic, suhu-kelembaban, gerak pir sensor
- 12) Singgle Board Computer raspberry Pi model b with GPO
- 13) Mikro SD: Kinstons canvas A1 UHS-1 SDHC 32 GB-SD Adapter
- 14) Project Board connector Original nikel
- 15) Modul relay 4 chanel 5 volt
- 16) Stop kontak AC 220
- 17) Kabel dan Konektor: HDMI to HDMI, Mini HDMI to HDMI, Donggle (converter HDMI to VGA)
- 18) Bolamp 5 W / 220 AC
- 19) Siku 3D printing
- 20) Kontrol monitor
- 21) Driver monitor
- 22) Tombol kontrol monitor
- 23) Pengunci box atas
- 24) Handle box
- 25) Scrup pengunci board
- 26) Pengunci box bawah
- 27) Box bawah trainer kayu finising jati 45x29x15,5 tebal kayu 2,5 cm

Pengujian dilakukan dengan mengujicoba hasil rakitan dan interkoneksi modul-modul perangkat keras dalam satu sistem trainer.

1.2 Pengujian Fungsionalitas Perangkat Lunak

a. Instalasi Sistem Operasi

Raspbian adalah sistem operasi resmi dari Raspberry Pi dan oleh karena itu kebanyakan orang ingin memulai dari Raspbian. Raspbian adalah versi Linux yang dibangun khusus untuk Raspberry Pi, berbasis Debian yang dioptimalkan untuk perangkat keras Raspberry Pi. Raspbian tidak berafiliasi dengan Raspberry Pi Foundation. Raspbian diciptakan oleh pengembang yang merupakan penggemar perangkat keras Raspberry Pi, yang berdedikasi untuk tujuan pendidikan Raspberry Pi Foundation dan Proyek Debian. Gambar 6 menunjukkan sistem file raspbian hasil proses instalasi.



Gambar 6. Sistem file dalam sistem operasi Raspbian

b. Instalasi Bahasa Pemrograman Python

Python adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi yang dapat digunakan secara luas di berbagai bidang. Python diciptakan pertama kali oleh Guido van Rossum pada tahun 1991 (Vujovic, V., Maksimovic, M., 2015). Sintaks dan fungsi pada Python dipengaruhi oleh beberapa bahasa seperti C, C++, Lisp, Perl dan Java. Oleh karena itu, kita dapat menemui konsep pemrograman prosedural, fungsional dan object-oriented di Python. Python relatif mudah dipelajari bila dibandingkan dengan C++, Java dan PHP karena sintaks Python lebih singkat, lebih jelas dan mudah dipahami oleh programmer pemula. Gambar 7 menunjukkan integrasi sistem operasi raspbian dan bahasa pemrograman python dalam *teaching aids* UnIoTsys berjalan dengan baik.

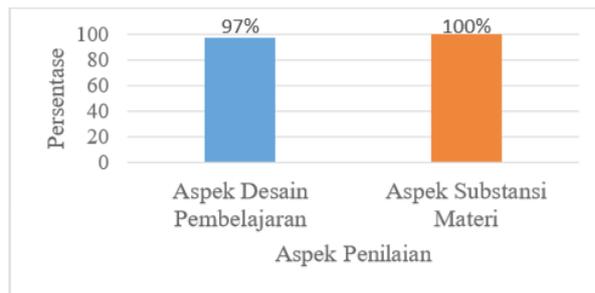


Gambar 7. Integrasi raspbian dan python dalam UnIoTsys

Pengujian kelayakan *teaching aids* UnIoTsys dilakukan dengan tiga validasi yaitu, validasi oleh ahli media, validasi oleh ahli materi, dan dilakukan uji coba pada guru-guru bidang keahlian teknologi informasi.

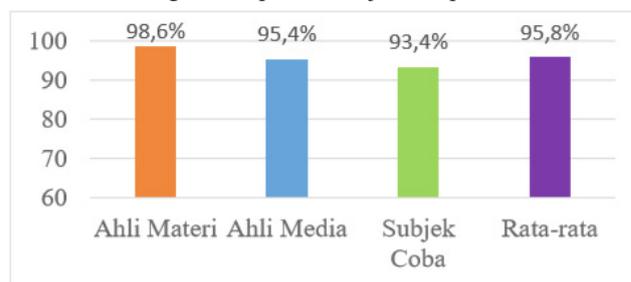
2. Hasil dan Analisis Validasi Ahli Materi

Pada aspek substansi materi, ahli materi berpendapat bahwa *teaching aids* UnIoTsys sudah mampu digunakan untuk menjalankan *lab-activity* pada struktur program diklat. Modul diklat sudah dikembangkan dengan sistematis dan praktis mengarah pada model pembelajaran *projek base learning* (PjBL), disajikan dalam Gambar 8.



Gambar 8. Grafik hasil validasi ahli materi

Berdasarkan uji coba yang telah dilakukan, diperoleh data akhir sebesar 98,6% dari ahli materi, 95,4% dari ahli media, dan 93,4% dari subjek coba. Hasil rata-rata uji coba dalam bentuk grafik seperti ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik hasil uji coba UnIoTsys

Berdasarkan grafik pada Gambar 9 tentang kriteria validitas dan kelayakan, maka aplikasi yang dikembangkan tergolong sangat valid dan sangat layak digunakan.

3. Implementasi

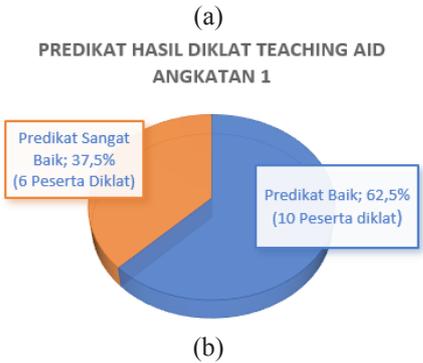
Pelatihan yang memanfaatkan *teaching aids* UnIoTsys di Balai Besar Pengembangan Penjaminan Mutu Pendidikan Vokasi Bidang Otomotif dan Elektronika (BBPPMPV BOE Malang) sudah berlangsung sejak tahun 2019, 2020, dan 2021. Pengembangan *teaching aids* tetap dilakukan selama kurun waktu 3 tahun karena selalu ada penambahan materi yang meliputi perangkat lunak dan perangkat keras atau sensor yang sangat relevan dengan pengembangan IoT di industri.

Pada tahun 2019 *teaching aids* UnIoTsys masih sangat sederhana focus pada desain dan pengembangan perangkat keras. Sedangkan pada tahun 2020 dan 2021 pengembangan *teaching aids* UnIoTsys pada modul dan aplikasi perangkat lunak dengan menyajikan banyak projek-projek dan tampilan dashboard IoT yang responsive pada perangkat mobile phone.

Berikut adalah hasil pelatihan guru dan dosen bidang keahlian teknologi informasi yang terbagi dalam beberapa angkatan pada tahun 2021

3.1. Pelatihan Angkatan 1

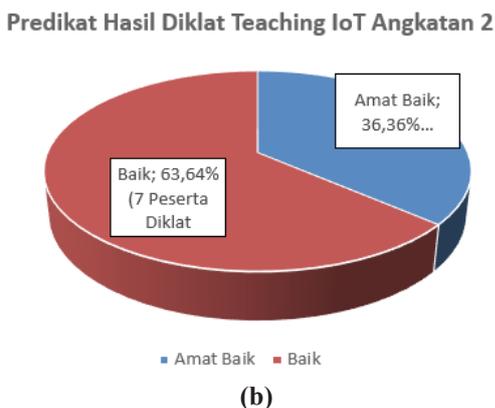
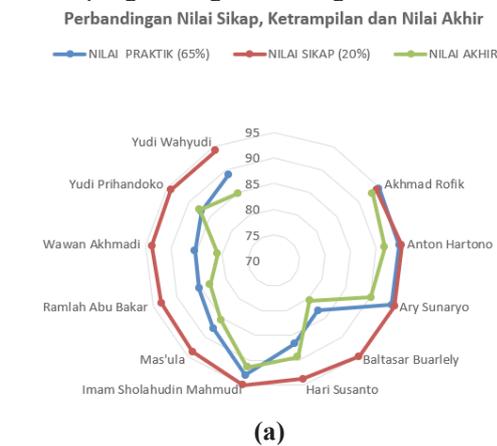
Diklat *teaching aids* yang telah dilakukan meliputi tiga angkatan. Angkatan pertama sejumlah 16 peserta yang merupakan Dosen baik perguruan tinggi maupun swasta. Gambar 10(a) perbandingan nilai sikap, keterampilan, dan nilai akhir, Gambar 10(b) merupakan predikat hasil akhir pelatihan dosen dalam membuat *teaching aids* UnIoTsys.



Gambar 10. Hasil pelatihan angkatan 1 tahun 2021

3.2 Pelatihan Angkatan 2

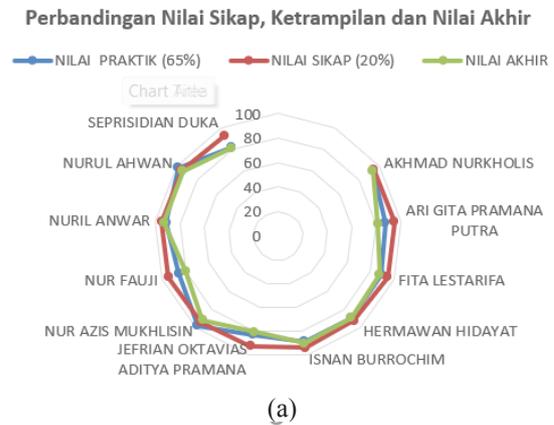
Angkatan kedua sejumlah 11 peserta yang merupakan guru baik SMK negeri maupun swasta. Gambar 11(a) perbandingan nilai sikap, keterampilan, dan nilai akhir, Gambar 11(b) merupakan predikat hasil akhir pelatihan guru dalam pengembangan teaching aids UnIoT Sys.



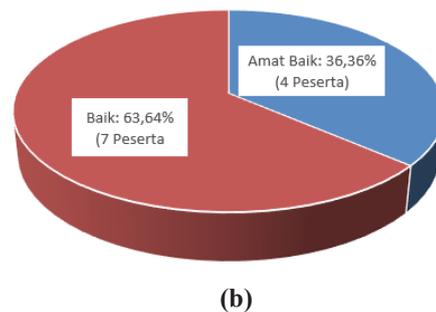
Gambar 11. Hasil pelatihan angkatan 2 tahun 2021

3.3 Pelatihan Angkatan 3

Angkatan ketiga sejumlah 11 peserta yang merupakan guru baik SMK negeri maupun swasta. Angkatan kedua sejumlah 11 peserta yang merupakan guru baik SMK negeri maupun swasta. Gambar 12(a) perbandingan nilai sikap, keterampilan, dan nilai akhir, Gambar 12(b) merupakan predikat hasil akhir pelatihan guru dalam pengembangan teaching aids UnIoT Sys



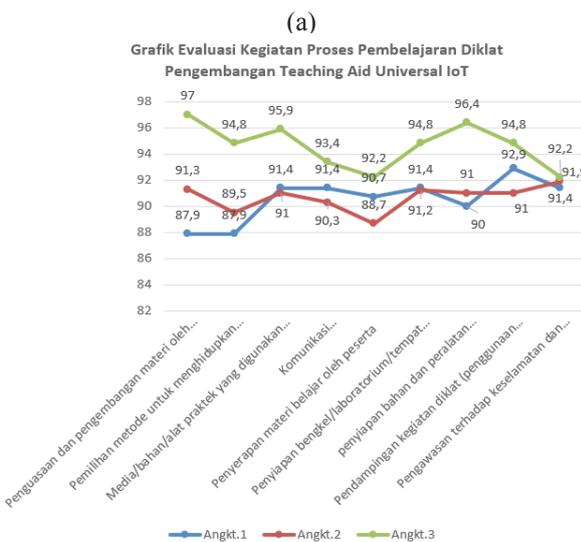
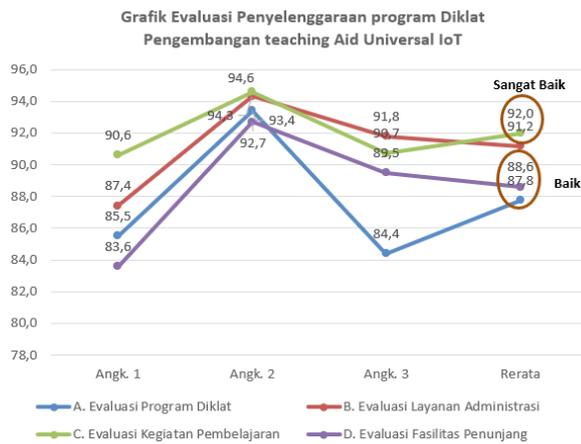
Predikat Hasil Diklat Traaching IoT Angkatan 3



Gambar 12. Hasil pelatihan angkatan 3 tahun 2021

4. Evaluasi Penyelenggaraan Diklat

Evaluasi terdiri dari dua kegiatan yaitu proses penyelenggaraan program diklat dan proses kegiatan pembelajaran diklat. Evaluasi diklat dilaksanakan oleh unit penyelenggara diklat, sedangkan Widyaiswara fokus pada penilaian sikap, pengetahuan, dan keterampilan selama proses kegiatan pembelajaran dan pembuatan projek. Gambar 13(a) menunjukkan perbandingan tiga angkatan penyelenggaraan diklat pengembangan teaching aids UnIoT Sys, dan Gambar 13(b) menunjukkan perbandingan tiga angkatan proses kegiatan pembelajaran diklat pengembangan teaching aids UnIoT Sys.



Gambar 13. Hasil evaluasi penyelenggaraan diklat pengembangan teaching aids UnIoT Sys

Kelebihan teaching aids UnIoT Sys adalah sangat fleksibel digunakan untuk mengembangkan berbagai projek Internet of Things yang berbasis Revolusi Industri 4.0, dibuktikan dengan projek-projek yang dihasilkan guru-guru SMK yang dipresentasikan diakhir pelatihan.

PENUTUP

Kesimpulan

Teaching aids UnIoT Sys merupakan perangkat praktikum yang dapat digunakan untuk mengimplementasikan kompetensi R.I. 4.0. Guru atau peserta pelatihan dapat menguasai teknologi dan perangkat lunak dalam menciptakan projek-projek berbasis R.I 4.0.

Metode ADDIE digunakan untuk mengembangkan desain dan prototipe teaching aids UnIoT Sys. Hasil uji coba kepada subjek coba yaitu dosen dan guru sebagai peserta pelatihan, diperoleh persentase sebesar 93,4%, sehingga termasuk dalam kategori sangat layak. sehingga dapat disimpulkan bahwa teaching aids UnIoT Sys ini sangat valid dan sangat layak digunakan dalam pelatihan.

Evaluasi kegiatan pembelajaran pada ketiga angkatan

pelatihan menyajikan rerata hasil sangat baik yaitu 91,2 %. Demikian juga pada evaluasi kegiatan proses pembelajaran diklat pada penggunaan media atau alat praktek yang digunakan menyajikan rerata hasil sangat baik 92,77 % dari ketiga angkatan pelatihan. Penilaian pembelajaran diklat meliputi penilaian sikap, pengetahuan, dan keterampilan.

Pengembangan Teaching Aids tetap dilakukan selama kurun waktu 3 tahun terakhir karena selalu ada penambahan materi yang meliputi perangkat lunak dan perangkat keras atau sensor yang sangat relevan dengan pengembangan IoT di industri.

Saran

Teaching aids UnIoT Sys belum dilengkapi dengan sistem analog to digital converter (ADC), sehingga perlu diintegrasikan dengan microcontroller arduino agar lebih banyak variasi projek yang berbasis Revolusi Industri 4.0.

Pengembangan struktur program diklat dan modul diklat berbasis projek (PjBL) pada semua program keahlian di BBPPMPV BOE Malang yang berdasarkan capaian pembelajaran pada kurikulum SMK berstandar industri 4.0. akan mempercepat peningkatan keterampilan R.I 4.0 guru-guru SMK.

DAFTAR PUSTAKA

Akbar, S. 2013. *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya

Dick, W, Carey, L, & Carey. J.O, 2005. *The systemic design of instruction*. Boston: Allyn and Bacon.S

Hung, M., 2017. *Leading the IoT. Gartner Insights on How to Lead in a Connected World [On-line]*. Dostępný na: https://www.gartner.com/imagesrv/books/IoT/IoTEbook_digital.pdf [kwi. 20, 2018].

Ikhsan.,2022. *Sejarah Perkembangan Revolusi Industri Era 1.0 sampai 4.0*. Sasana Digital 5, 121–136.

Leloglu, E., 2017. *A review of security concerns in internet of things*. Journal of Computer and Communications, 5, 121–136.

Mulyadi Eko., 2015. *Penerapan Model Project Based Learning untuk Meningkatkan Kinerja dan Prestasi Belajar Fisika Siswa SMK*. Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan.journal.uny.ac.id

Nabil Ihza, MNS., 2020. *Pengembangan Media E-Modul Untuk Materi Pendapatán Nasional Mata Pelajaran Ekonomi Kelas XI SMA Negeri 19 Surabaya*. Surabaya: UNESA.

Oztemel, E., & Gursev,S, 2018. *Literature review of Industry 4.0 and related technologies*. Journal of Intelligent Manufacturing, 1-56.

Panduardi, F., & Haq, E. S. (2016). *Wireless Smart Home System Menggunakan Raspberry Pi*. Jurnal Teknologi Informasi Dan Terapan, 3(1),320–325.

Roosmariharso dkk, 2019. *Dasar-Dasar Industri 4.0*.

Jakarta: Pengembangan Pendidikan Kejuruan Dan Vokasi Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Industri Kementerian Perindustrian Republik Indonesia.

Sari, Bintari Kartika (2017) *Desain Pembelajaran Model ADDIE dan Implementasinya dengan Teknik Jigsaw*. In: Seminar Nasional Pendidikan : Tema «Desain Pembelajaran di Era Asean Economic Community (AEC) Untuk Pendidikan Indonesia Berkemajuan», 18 March 2017, Sun Hotel, Sidoarjo, East Java, Indonesia

Vujovic, V., Maksimovic, M., 2015. *Raspberry Pi as a Sensor Web node for home automation*. Computers and Electrical Engineers, Vol. 44.