

PENGEMBANGAN TRAINER KIT MIKROKONTROLER NODEMCU ESP32 BERBASIS IOT SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN PADA MATA PELAJARAN PEMROGRAMAN, MIKROPROSESOR, DAN MIKROKONTROLER DI SMK NEGERI 1 SIDOARJO

Mochammad Adam Alyafi

S1 Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik,
Universitas Negeri Surabaya
mochammad.17050514050@mhs.unesa.ac.id

Lilik Anifah

Teknik Elektro, Fakultas Teknik,
Universitas Negeri Surabaya
lilikanifah@unesa.ac.id

I Gusti Putu Asto B.

Teknik Elektro, Fakultas Teknik,
Universitas Negeri Surabaya
asto@unesa.ac.id

Nurhayati

Teknik Elektro, Fakultas Teknik,
Universitas Negeri Surabaya
nurhayati@unesa.ac.id

Abstrak

Berdasarkan hasil pengamatan pembelajaran yang dilaksanakan di SMK Negeri 1 Sidoarjo, diketahui proses pembelajaran pada materi pemrograman dan mikrokontroler masih menggunakan metode konvensional serta belum adanya *trainer*. Akibat hal tersebut penilaian akhir belajar yang didapatkan peserta didik menjadi kurang tercapai sesuai KKM yang ditentukan oleh SMK sehingga guru melakukan remedial materi pembelajaran. Penelitian yang dilakukan bertujuan menghasilkan media pembelajaran *trainer* dan modul yang layak digunakan ditinjau berdasarkan validitas, kepraktisan, dan keefektifan. Penelitian menggunakan metode *Research and Development* dalam bentuk *one-shot case study* dengan subjek pada penelitian peserta didik kelas X TAV SMK Negeri 1 Sidoarjo. Hasil penelitian menunjukkan tingkat kevalidan *trainer* dikategorikan sangat valid dengan hasil persentase *trainer* sebesar 87%, persentase hasil kevalidan modul sebesar 90,45%, dan persentase butir soal pada modul sebesar 89,87%. Kepraktisan *trainer* dan modul dinyatakan sangat praktis dan layak digunakan dengan hasil persentase angket respon peserta didik sebesar 84,5%. Keefektifan *trainer* dan modul ditinjau berdasarkan hasil belajar akhir peserta didik dengan taraf signifikansi sebesar 0,05 sehingga didapatkan nilai t_{hitung} sebesar 3,297 dan nilai t_{tabel} sebesar 1,729 yang apabila nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ mempunyai kesimpulan bahwa nilai rerata hasil belajar akhir peserta didik kelas X TAV lebih dari sama dengan nilai KKM yang ditetapkan oleh SMK. Berdasarkan penelitian yang dilakukan terdapat kesimpulan bahwa pengembangan media pembelajaran *Trainer* Kit Mikrokontroler NodeMCU Esp32 berbasis *IoT* dikategorikan sangat layak dan baik digunakan sebagai inovasi baru pembelajaran pada mata pelajaran Pemrograman, Mikroprosesor, dan Mikrokontroler di SMK Negeri 1 Sidoarjo.

Kata Kunci: Mikrokontroler, *Trainer* Kit, NodeMCU Esp32, *IoT*.

Abstract

Based on the results of learning observations carried out at SMK Negeri 1 Sidoarjo, it is known that the learning process on programming and microcontroller materials still uses conventional methods and there is no *trainer*. As a result of this, the final assessment of learning obtained by students is not achieved according to the KKM determined by the SMK so that teachers do remedial learning materials. This research aims to produce *trainers* and modules that are suitable for use in terms of validity, practicality, and effectiveness. The study used the Research and Development method in the form of a one-shot case study with the subject of the research being students of class X TAV SMK Negeri 1 Sidoarjo. The results showed that the *trainer's* level of validity was categorized as very valid with the percentage of *trainers* being 87%, the percentage of module validity being 90.45%, and the percentage of items in the module being 89.87%. The practicality of the *trainers* and modules is stated to be very practical and feasible to use with the results of the percentage of student response questionnaires being 84.5%. The effectiveness of the *trainer* and module is reviewed based on the final learning outcomes of students with a significance level of 0.05 so that the t_{count} value is 3.297 and the t_{table} value is 1.729 which if the t_{count} value $> t_{table}$ has the conclusion that the average value of the final learning outcomes of students in class X TAV is more than the same as the KKM value set by the SMK. Based on the research conducted, it is concluded that the development of the IoT-based NodeMCU Esp32 Microcontroller *Trainer* Kit learning media is categorized as very feasible and well used as a new learning innovation in Programming, Microprocessor, and Microcontroller subjects at SMK Negeri 1 Sidoarjo.

Keywords: Microcontroller, *Trainer* Kit, NodeMCU Esp32, *IoT*.

PENDAHULUAN

Perkembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) di zaman globalisasi saat ini berkembang sangat pesat. Seiring juga dengan perkembangan Sumber Daya Manusia (SDM) yang berkembang cukup pesat. Perkembangan dibidang TIK dan SDM berkembang secara drastis dan akan terus berevolusi hingga saat ini dan juga di masa depan. Perkembangan TIK saat ini di kenal sebagai zaman revolusi industri 4.0. Zaman revolusi industri 4.0 banyak terjadi perubahan secara signifikan dari komputasi hingga otomatisasi industri yang berubah menjadi *Cyber Physical System*, yang diartikan ketika semua mesin, data, perangkat, sensor, dan manusia dalam dunia industri agar dapat berhubungan dan berkomunikasi satu sama lain melalui suatu platform yang terhubung melalui internet atau biasa disebut dengan IoT (*Internet of Things*). Berkembangnya ilmu TIK yang pesat serta SDM yang mampu menjangkau pemahaman perkembangan teknologi sangat penting peranannya untuk generasi penerus agar tidak tertinggal dalam hal teknologi terbaru. Salah satu upaya dalam peningkatan SDM dimulai dari bidang pendidikan. Pendidikan merupakan sarana paling tepat dan efektif dalam mengenalkan suatu teknologi dan perkembangannya kepada peserta didik. Pemanfaatan teknologi dalam sarana pendidikan adalah salah satu cara dalam memperbaiki kualitas serta kompetensi pendidikan di Indonesia.

Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) merupakan lembaga pendidikan formal setara SMA yang memiliki tujuan menghasilkan lulusan yang siap dalam bekerja pada sektor usaha dan industri. SMK memiliki kurikulum yang menambahkan proses kegiatan praktikum lebih banyak daripada proses kegiatan pembelajaran teori, sehingga dalam mendukung proses kegiatan praktikum diperlukan suatu media pembelajaran. Dengan media pembelajaran, proses pembelajaran di SMK mempunyai pengaruh signifikan bagi peserta didik dalam menguasai dan mengimplementasikan materi yang diajarkan oleh guru, sehingga lembaga sekolah dapat menghasilkan individu - individu yang mempunyai kualitas kompetensi kejuruan yang tinggi yang mampu bersaing serta dapat diterima pada sektor usaha dan industri. Oleh sebab itu setiap SMK harus mendukung peserta didik dengan memfasilitasi sarana juga prasarana sehingga dapat mendukung kegiatan belajar mengajar. Hal tersebut sesuai Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomer 19 Tahun 2005 tentang Standart Nasional Pendidikan yang mengatakan Setiap satuan pendidikan wajib mempunyai sarana dan prasarana yang mencakup alat bantu pendidikan, buku, perabot, dan sumber belajar lainnya yang dapat mendukung proses kegiatan belajar mengajar.

Kualitas kompetensi kelulusan peserta didik di SMK diharapkan mempunyai standar kompetensi kejuruan yang tinggi sesuai dengan peraturan

Menteri Pendidikan Nasional Nomor 23 tahun 2006, butir 23 menyatakan standar kompetensi lulusan SMK diantaranya menguasai kompetensi prodi keahlian serta kewirausahaan sehingga dapat untuk memenuhi kebutuhan kerja ataupun untuk mengikuti pendidikan tinggi. Oleh karena itu agar menunjang ketercapaian standar kompetensi lulusan peserta didik di SMK, diperlukan pembelajaran yang efektif dan berkualitas. Usaha yang dapat meningkatkan kualitas pembelajaran, diantaranya yaitu penggunaan media pembelajaran ketika saat proses pembelajaran di SMK.

Berdasarkan dari hasil pengamatan yang dilaksanakan di SMK Negeri 1 Sidoarjo jurusan Teknik Audio Video (TAV), kurikulum pembelajaran yang digunakan oleh SMK Negeri 1 Sidoarjo merupakan kurikulum 2013 (K-13) revisi 2017. Dari hasil observasi tersebut juga diperoleh data bahwa metode pembelajaran pada mata pelajaran Pemrograman, Mikroprosesor, dan Mikrokontroler masih banyak menggunakan metode ceramah/konvensional dalam penyampaian materinya. Hal tersebut diakibatkan oleh keterbatasan alat sebagai media pembelajaran. Oleh sebab itu membuat peserta didik kurang mempunyai hasrat, minat, dan motivasi dalam sesi belajar dan mengajar di kelas yang berakibat peserta didik kurang menguasai dan memahami materi yang sudah diajarkan oleh guru, yang berakibat kurang menghasilkan nilai belajar yang terbaik, dan beberapa peserta didik belum mencapai standar nilai yang telah ditetapkan (KKM) oleh pihak sekolah sehingga peserta didik perlu mengadakan remedial materi yang diajarkan oleh guru di sekolah. Oleh sebab hal tersebut maka perlu dikembangkan trainer sebagai media pembelajaran untuk menunjang materi dalam pembelajaran di kelas.

Kriteria ketuntasan minimal (KKM) disebut juga dengan penetapan standar atau batas yang dapat diterima. Standar dapat didefinisikan sebagai ukuran atau tolok ukur yang disepakati, dan penetapan standar adalah proses menentukan nilai batas untuk perangkat pendidikan. penetapan standard digunakan dalam menentukan atau memilih suatu *passing score* pada suatu ujian. Dari semua tahapan dalam proses pengembangan tes, penetapan standar selangkah lebih dekat dengan seni daripada sains, sedangkan metode statistik sering digunakan dalam penerapan himpunan standar, juga melalui pertimbangan dan/atau kebijakan. (Hattie dan Brown, 2003) mengemukakan pendapatnya yaitu penetapan standar kinerja adalah proses yang memerlukan tinjauan ahli yang wajar, yang (a) menyadari perlunya pengujian dan evaluasi yang akan dilakukan oleh standar tersebut; (b) memahami arti skor pada tingkat yang berbeda pada skala yang digunakan sebagai suatu simpulan dari kinerja kandidat; dan (c) memiliki pemahaman yang jelas tentang batas kinerja yang terkait dengan standar kinerja yang harus mereka tetapkan.

Trainer Kit Mikrokontroler NodeMCU ESP32 Berbasis IoT merupakan pengembangan media pembelajaran yang berfungsi sebagai media pendukung dalam materi pembelajaran di kelas yang telah disesuaikan dengan silabus materi pelajaran Pemrograman, Mikroprosesor, dan Mikrokontroler yang berhubungan dengan Mikrokontroler, Sensor, dan Pemrograman. (Chamim, 2012) mengatakan mikrokontroler merupakan sebuah sistem komputer yang terbangun atas beberapa komponen dan terpasang pada sebuah IC, sehingga sering disebut *single chip* mikrokomputer, mikrokontroler dapat melakukan satu atau lebih tugas yang sangat spesifik, berbeda dengan PCC (komputer pribadi) yang melakukan banyak fungsi. Di dalam *Trainer* tersebut dilengkapi dengan modul pembelajaran sebagai panduan peserta didik dalam melakukan praktikum. (Anas, 2016: 748) mengatakan *trainer* merupakan satu perlengkapan perangkat kerja laboratorium yang mempunyai peran sebagai alat bantu dalam proses belajar. *Trainer* tersebut juga sudah sesuai standar yang ada di dunia usaha dan industri yang semua alatnya sudah terintegrasi dan dapat dikendalikan bahkan dengan menggunakan jaringan nirkabel.

Istilah *IoT (Internet of Things)* pertama kali diperkenalkan oleh Ashton pada tahun 1999. *Internet of Things* dapat digambarkan sebagai kumpulan hal-hal yang terhubung melalui Internet. Benda bisa ada dalam bentuk tag, sensor, orang, dll. Fungsi *Internet of Things* adalah mengumpulkan data dan informasi dari lingkungan fisik (environment). Manfaat *IoT* dalam kehidupan sehari-hari – khususnya dalam penggunaan *IoT* dalam bidang pendidikan sudah mulai digunakan di berbagai sekolah dan perguruan tinggi dalam beberapa tahun terakhir. Dalam artikel ilmiah *The Impact of IoT on the Higher Education*, Huda Al-Qozani dan Arwa Aleryani mengemukakan manfaat penggunaan *IoT* dalam pendidikan yaitu dapat menggantikan proses pembelajaran yang masih tradisional, dan menciptakan lingkungan pembelajaran hybrid yang kuat dengan menggunakan perangkat pintar, selain hal tersebut juga dapat mengembangkan perangkat lunak sosial pendidikan dalam konteks *IoT* untuk pekerjaan di masa depan. Sedangkan dalam artikel ilmiah *Interaction System Based on Internet of Things as Support for Education*, Jorge Gomez dkk mengemukakan manfaat penggunaan *IoT* dalam bidang pendidikan, dalam uji coba yang sudah dilakukan dengan kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, penggunaan media pembelajaran berbasis *IoT* dalam kelompok eksperimen menunjukkan bahwa siswa mengalami peningkatan belajar yang dibuktikan dengan hasil pengukuran akademik dibandingkan dengan kelompok kontrol. Selain hal tersebut menggunakan objek nyata dan mengaitkannya sebagai sumber belajar melalui *IoT* dapat memfasilitasi pembelajaran yang bermakna,

karena memungkinkan untuk menghubungkan pengetahuan tertentu dengan konteks nyata.

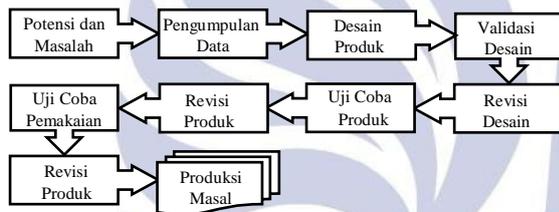
Berdasarkan dari hal tersebut maka diperlukan suatu inovasi pengembangan media pembelajaran dengan judul “Pengembangan *Trainer Kit Mikrokontroler NodeMCU ESP32 Berbasis IoT* Sebagai Media Pembelajaran Pada Mata Pelajaran Pemrograman, Mikroprosesor, dan Mikrokontroler di Kelas X TAV SMK Negeri 1 Sidoarjo”. (Sadiman, 2008: 7) mengatakan media pembelajaran merupakan sarana yang berfungsi sebagai penyalur pesan dari pengirim ke penerima. Sedangkan (Schramm, 2011: 20) menyatakan media pembelajaran merupakan teknologi yang mampu membawa pesan dan mampu dimanfaatkan sebagai kebutuhan proses pembelajaran.

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah membuat inovasi pengembangan media pembelajaran berbentuk *trainer kit* mikrokontroler *nodemcu esp32* berbasis *IoT* yang layak dan baik digunakan dalam proses pembelajaran dikelas. *Trainer* digunakan sebagai penunjang proses pembelajaran peserta didik dalam mengaplikasikan pengetahuan yang didapat dalam kelas. Kelayakan media pembelajaran ditinjau berdasarkan tiga aspek yaitu (1) Validitas kelayakan sebuah *trainer kit* mikrokontroler *nodemcu esp32* berbasis *IoT* sebagai inovasi media pembelajarannya berdasarkan mata pelajaran Pemrograman, Mikroprosesor, dan Mikrokontroler. (Nieveen, 2010: 26) mengatakan validitas merupakan suatu pengembangan yang terdiri dari dua indikator yang mencakup validitas isi dan konstruk. Sedangkan (Van-den-Akker, 1999: 10) dalam jurnalnya yang berjudul *Principles and Method of Development Research* menyatakan bahwa validitas pengembangan penelitian mengacu pada rancangan intervensi yang mempunyai dasar pengetahuan mutakhir (validitas isi) serta komponen intervensi secara konsisten saling terhubung antara satu dengan yang lainnya (validitas konstruk); (2) Kepraktisan media pembelajaran ditinjau dari respon peserta didik terhadap praktikum dengan menggunakan *trainer kit* dan modul mikrokontroler *nodemcu esp32* berbasis *IoT* sebagai inovasi pembelajaran pada mata pelajaran Pemrograman, Mikroprosesor, dan Mikrokontroler. (Lumut Ani Istiyati, 2004: 4) menyatakan bahwa respon peserta didik merupakan tanggapan yang dilakukannya oleh peserta didik dalam kelas ketika proses belajar dan mengajar berlangsung. Ismail (Kusuma dan Mimin Nur Aisyah, 2012: 48) menyatakan bahwa respon peserta didik adalah tanggapan peserta didik yang sedang mengikuti pembelajaran termasuk pendekatan atau rencana, faktor pengaruh, serta potensi yang akan dicapai ketika proses belajar berlangsung; (3) Keefektifan media *trainer* ditinjau dari penilaian akhir belajar peserta didik setelah melaksanakan praktikum dengan menggunakan *trainer kit* dan modul mikrokontroler *nodemcu esp32* berbasis *IoT* sebagai media pembelajaran pada mata

pelajaran Pemrograman, Mikroprosesor, dan Mikrokontroler. (Dimiyati dan Mudjiono, 2006: 3-4) menyatakan hasil belajar merupakan penilaian interaksi dari kegiatan pembelajaran. Dari sisi guru, proses evaluasi hasil akhir belajar dilakukan setelah kegiatan pembelajaran. Dari sisi peserta didik, hasil belajar adalah proses akhir suatu pengajaran dari kegiatan pembelajaran. Sedangkan (Nana Sudjana, 2009: 3) menyatakan hasil belajar merupakan perubahan tingkah laku sebagai hasil belajar yang terdiri atas bidang kognitif, psikomotorik, dan afektif

METODE

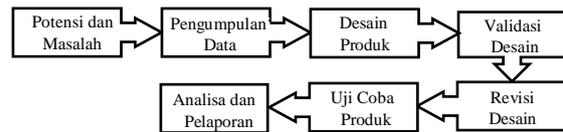
Metode yang diaplikasikan dalam penelitian adalah metode *Research and Development* (R&D), dengan metode tersebut dapat menghasilkan produk berupa *Trainer Kit* Mikrokontroler NodeMCU ESP32 berbasis *IoT* sebagai inovasi pengembangan sarana pembelajaran pada mata pelajaran Pemrograman, Mikroprosesor, dan Mikrokontroler di SMK Negeri 1 Sidoarjo. Metode R&D memiliki sepuluh fase penelitian yang dijabarkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Langkah – langkah Metode *Research and Development* (R&D)
(Sumber: Sugiyono, 2016: 298)

Namun dalam penelitian yang dilakukan, hanya menggunakan tujuh fase termasuk fase terakhir dengan menggunakan tahap analisis data dan pelaporan dari sepuluh fase metode R&D. Penelitian tersebut dilaksanakan karena produk yang dihasilkan masih berwujud contoh sehingga belum bisa diterapkan secara masal, sedangkan produk yang dihasilkan hanya sebatas uji coba yang dilaksanakan dalam ruang lingkup dengan parameter kecil yaitu kelas X TAV SMK Negeri 1 Sidoarjo pada mata pelajaran Pemrograman, Mikroprosesor, dan Mikrokontroler.

Berikut merupakan langkah – langkah dalam melakukan penelitian serta pengembangan dengan metode R&D yang dilakukan dalam penelitian yaitu (1) Potensi dan Masalah; (2) Pengumpulan data; (3) Desain Produk; (4) Validasi Desain; (5) Revisi Desain; (6) Uji Coba Produk; (7) Analisa dan Pelaporan.



Gambar 2. Langkah – langkah Dengan Metode R&D

Desain Eksperimen

Inovasi pengembangan penelitian tersebut dilaksanakan di SMK Negeri 1 Sidoarjo pada semester genap tahun ajaran 2020/2021 dengan subjek penelitian peserta didik kelas X jurusan TAV. Desain penelitian yang diaplikasikan menggunakan *pre-experimental design (non design)* dengan bentuk penelitian *single one-shot case study* seperti gambar dibawah ini.



Gambar 3. Desain Penelitian *Single One-shot Case Study*
(Sumber: Sugiyono, 2016: 298)

Keterangan:

- X = Perlakuan (*treatment*) berupa penerapan media pembelajaran *Trainer Kit* Mikrokontroler NodeMCU ESP32 berbasis *IoT*
- O = Test ketuntasan hasil belajar peserta didik setelah perlakuan (*treatment*) dilakukan

Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan dengan menggunakan beberapa teknik yaitu: (1) Pengamatan; (2) Validasi; (3) Angket; (4) Tes Hasil Belajar (tes pilihan ganda dan tes kinerja).

Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang dilakukan dengan menggunakan beberapa instrument yaitu: (1) Lembar Validasi, *trainer* dan modul; (2) Lembar respon peserta didik; (3) Lembar penilaian peserta didik.

Analisis Penilaian Validator

Analisis hasil validasi pengembangan inovasi *trainer* dan modul yang dilaksanakan oleh peneliti kemudian di analisis sehingga hasil dari lembar validasi dapat diketahui kelayakan dari *trainer* dan modul tersebut. Pengukuran nilai untuk mengetahui kelayakan *trainer* dan modul tersebut dilakukan dengan menggunakan bobot nilai kualitatif. Penilaian *trainer* dan modul yang dilakukan oleh validator menggunakan penilaian dengan rentang 1 sampai dengan 4. Berikut merupakan tinjauan dalam penentuan rentang penilaian validator yang dijelaskan pada tabel 1.

Tabel 1. Rentang Penelitian Validator

Kriteria	Bobot/Nilai
Sangat Baik	4
Baik	3
Kurang Baik	2
Tidak Baik	1

(Sumber: Riduwan, 2015:13)

Dalam menghitung total nilai dari validator menggunakan rumus berikut ini.

$$\begin{aligned} \text{Sangat Baik} &= n \times 4 \\ \text{Baik} &= n \times 3 \\ \text{Kurang Baik} &= n \times 2 \\ \text{Tidak Baik} &= n \times 1 \end{aligned} \quad (1)$$

$$\Sigma \text{ Jawaban Validator} = \text{---} + \quad (2)$$

(Sumber: Riduwan, 2015:13)

Dalam menetapkan skor persentase penilaian validator menggunakan rumus seperti berikut.

$$\text{Persentase} = \frac{\Sigma \text{ Jawaban validator}}{\Sigma \text{ Skor tertinggi validator}} \times 100\% \quad (2)$$

(Sumber: Riduwan, 2015:15)

Hasil perhitungan nilai persentase validator akan disesuaikan dengan tabel kriteria kevalidan yang dijabarkan pada tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Rentang Nilai Persentase Validator

Kategori	Bobot Nilai	Persentase (%)
Sangat Valid	4	82% - 100%
Valid	3	63% - 81%
Kurang Valid	2	44% - 62%
Tidak Valid	1	25% - 43%

(Sumber: Sugiyono, 2016:305)

Analisis Penilaian Respon Peserta Didik

Analisis selanjutnya adalah menganalisis hasil penilaian kepraktisan *trainer* dan modul yang didapat melalui lembar angket yang dilaksanakan oleh peserta didik secara kualitatif. Hasil angket respon dari peserta didik tersebut kemudian dianalisis menggunakan penilaian dengan rentang 1 sampai dengan 4. Berikut merupakan tinjauan dalam penentuan rentang penilaiann responn peserta didik yangi dijelaskan pada tabel 3.

Tabel 3. Rentang Penilaian Respon Peserta Didik

Kriteria	Bobot Nilai
Sangat Baik	4
Baik	3
Kurang Baik	2
Tidak Baik	1

(Sumber: Riduwan, 2015:13)

Dalam menghitung jumlah nilai dari lembar angket respon peserta didik menggunakan rumus berikut.

$$\begin{aligned} \text{Sangat Baik} &= n \times 4 \\ \text{Baik} &= n \times 3 \\ \text{Kurang Baik} &= n \times 2 \\ \text{Tidak Baik} &= n \times 1 \end{aligned} \quad (3)$$

$$\Sigma \text{ Jawaban Validator} = \text{---} + \quad (4)$$

(Sumber: Riduwan, 2015: 13)

Dalam menetapkan skor persentase penilaian dari lembar angket respon peserta didik menggunakan rumus seperti berikut.

$$\text{Persentase} = \frac{\Sigma \text{ Jawaban validator}}{\Sigma \text{ Skor tertinggi validator}} \times 100\% \quad (4)$$

(Sumber: Riduwan, 2015:15)

Hasil perhitungan nilai persentase dari lembar angket respon peserta didik akan disesuaikan dengan tabel kriteria responn pesertaa didikk yang dijabarkan pada tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Rentang Nilai Persentase Respon Peserta Didik

Kategori	Bobot Nilai	Persentase (%)
Sangat Valid	4	82% - 100%
Valid	3	63% - 81%
Kurang Valid	2	44% - 62%
Tidak Valid	1	25% - 43%

(Sumber: Sugiyono, 2016:305)

Analisis Hasil Belajar Peserta Didik

Analisis selanjutnya adalah menganalisis penilaian akhir belajar peserta didik yang dinilai melalui uji tes yang diimplemetasikan setelah pemberian *treatment* (perlakuan) kepada peserta didik sebagai standard dalam pencapaian kompetensi terhadap KKM yang sudah ditetapkan oleh pihak sekolah. Dalam penilaian hasil belajar peserta didik pada ranah kognitif menggunakan rumus dibawah ini.

$$P = \frac{B}{N} \times 100 \quad (5)$$

(Sumber: Arifin, 2013:229)

Keterangan:

- P: = Nilai Pengetahuan
- B: = Jumlah Jawaban Benar
- N: = Jumlah Soal

Dalam menetapkan skor penilaian akhir belajarr peserta didik menggunakan rumus seperti berikut.

$$NK = \frac{\Sigma \text{ Skor perolehan}}{\Sigma \text{ Skor maksimal}} \times 100 \quad (6)$$

(Sumber: Kemendikbud, 2015:36)

Keterangan:

- NK = Nilai Keterampilan
- ΣSP = Jumlah Skor Perolehan
- ΣSM = Jumlah Skor Maksimal

Dalam menetapkan penilaian akhir hasil akhir belajar peserta didik didapatkan dari penilaian belajar kognitif dan psikomotorik dengan menggunakan rumus dibawah ini.

$$\text{Hasil Belajar} = \frac{3 \text{ nilai kognitif} + 7 \text{ nilai psikomotorik}}{10} \quad (7)$$

(Sumber: Kemendikbud, 2015:58)

Analisis penilaian akhir belajar peserta didik dianalisis dengan menggunakan metode uji *one sample T-test* kemudian nilai akhir perhitungan rerata akan dibandingkan dengan nilai KKM yang sudah ditetapkan SMK Negeri 1 Sidoarjo.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian yang sudah dilakukan menghasilkan produk inovasi berupa *trainer* kit mikrokontroler nodemcu esp32 berbasis *iot* dan modul pembelajaran. Hasil produk tersebut digunakan sebagai penunjang kegiatan praktikum pada mata pelajaran Pemrograman, Mikroprosesor, dan Mikrokontroler di kelas X jurusan Teknik Audio Video.

Produk Trainer

Hasil produk yang pertama merupakan *trainer* kit mikrokontroler nodemcu esp32 berbasis *iot* yang dikemas dalam sebuah box hitam berukuran 42cm x 40cm x 7cm. Hasil produk penelitian disajikan dalam Gambar 4 berikut ini.



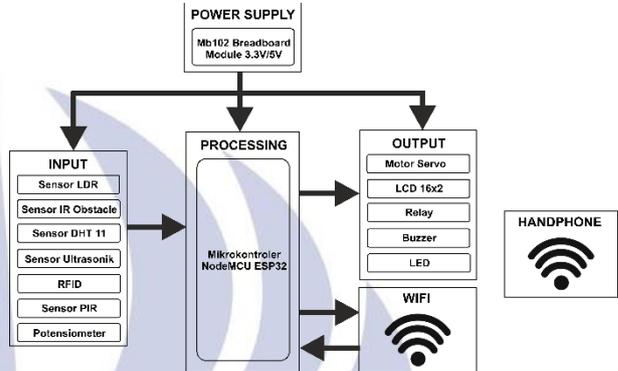
Gambar 4. *Trainer* Kit Mikrokontroler Nodemcu Esp32 Berbasis *IoT*.

Trainer tersebut terdiri atas beberapa komponen seperti: (1) *Board* Mikrokontroler NodeMCU ESP32; (2) Sensor LDR; (3) Modul IR Obstacle; (4) Sensor DHT 11; (5) Modul Ultrasonik; (6) Modul RFID; (7) Modul PIR; (8) Motor Servo; (9) Potensiometer; (10) *Liquid Crystal Display* (LCD

16x2); (11) Modul Relay 3V; (12) Buzzer; (13) LED (*Light Emitting Diode*); (14) Modul *Power Supply*.

Diagram Blok *Trainer*

Diagram blok dari *trainer* terbagi atas 2 blok yaitu blok perangkat keras dan blok App *IoT*. Berikut merupakan diagram blok *trainer*



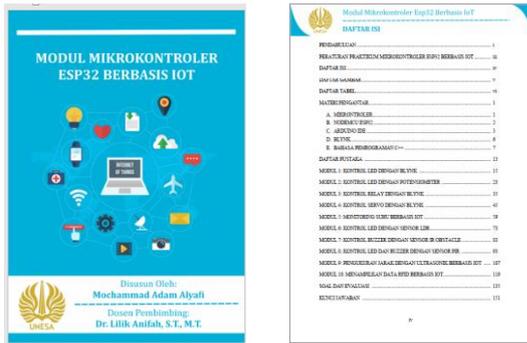
Gambar 5. Diagram Blok *Trainer*

Pada gambar 5. Terlihat blok untuk alat atau perangkat keras yang terdiri atas 4 Bagian yaitu yang pertama power supply, kedua input, ketiga processing, dan keempat output. Sementara pada blok app *IoT* terdiri dari Wifi dan app untuk menjalankan program *IoT* yang terletak pada handphone. Blok tersebut dapat mengirim dan menerima data dari dan ke app *IoT* pada handphone.

Produk Modul Pembelajaran

Hasil produk inovasi kedua dari penelitian tersebut adalah berupa modul pembelajaran yang berfungsi sebagai penunjang pembelajaran selain *trainer*, yang didalamnya berisi materi yang telah dikembangkan, yaitu tentang mikrokontroler, spesifikasi komponen, cara pengoperasian *trainer*, bahasa pemrograman, penjelasan *interface software* Arduino IDE, instalasi *software* Arduino IDE, penjelasan aplikasi blynk, dan instalasi aplikasi blynk.

Selain terdapat materi pembelajaran, didalam modul pembelajaran tersebut terdapat langkah – langkah praktikum yang terdiri atas 10 percobaan kepada peserta didik yaitu (1) kontrol LED dengan Blynk; (2) Kontrol LED dengan Potensiometer; (3) Kontrol Relay dengan Blynk; (4) Kontrol Servo dengan Blynk; (5) Monitoring suhu berbasis *IoT*; (6) Kontrol LED dengan Sensor LDR; (7) Kontrol Buzzer dengan Sensor IR Obstacle; (8) Kontrol Led dan Buzzer dengan Sensor PIR; (9) Pengukuran Jarak dengan Sensor Ultrasonik Berbasis *IoT*; (10) Menampilkan Data RFID Berbasis *IoT*. Modul pembelajaran tersebut juga terdapat 2 macam, yaitu untuk pegangan guru dan untuk peserta didik. Gambar 5 di bawah ini merupakan cover modul yang telah disusun oleh peneliti.



Gambar 6. Cover dan Daftar Isi Modul Pembelajaran

Hasil Validitas

Validitas *trainer* dan modul pembelajaran dilaksanakan oleh 3 validator utama yang terdiri atas 2 Dosen teknik elektro dari Universitas Negeri Surabaya sebagai validator ahli dan 1 Guru dari SMK Negeri 1 Sidoarjo sebagai validator praktisi. Berikut merupakan nama – nama validator yang melakukan validasi pada *trainer* dan modul pembelajaran

Tabel 5. Daftar Nama Validator

No	Nama	Keterangan
1	Farid Baskoro, S.T., M.T.	Dosen Teknik Elektro Unesa
2	Fendi Achmad, S.Pd., M.Pd.	Dosen Teknik Elektro Unesa
3	Mohammad Anas, S.Pd., S.ST	Guru SMK Negeri 1 Sidoarjo

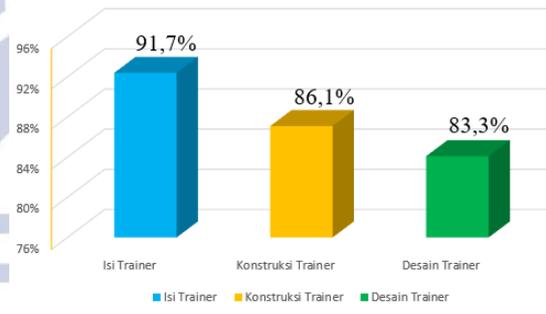
Trainer dan modul pembelajaran mempunyai indikator - indikator dalam menjadi tolak ukur penilaian validitas produk yang nanti nya akan di uji coba pada siswa, untuk indikator penilaian validitas *trainer* terdapat 11 indikator penilaian yang dibagi menjadi 3 bagian yaitu: (1) aspek penilaian isi *trainer*; (2) aspek penilaian konstruksi *trainer*; dan (3) aspek penilaian desain *trainer*. Berikut tabel indikator - indikator penilaian pada *trainer*.

Tabel 6. Indikator Validitas *Trainer*

No	Aspek	Indikator
1	Isi	Media pembelajaran <i>trainer</i> kit mikrokontroler nodemcu ESP32 berbasis <i>IoT</i> sesuai dengan materi ajar yang disampaikan Pembuatan <i>trainer</i> kit mikrokontroler nodemcu ESP32 berbasis <i>IoT</i> membantu pemahaman terhadap materi yang disampaikan Kesesuaian <i>trainer</i> dengan materi pada modul

No	Aspek	Indikator
2	Konstruksi	Kesesuaian ukuran box <i>trainer</i> dengan rangkaian
		Kesesuaian ukuran box <i>trainer</i> dengan rangkaian
		Tulisan pada <i>trainer</i> kit mikrokontroler nodemcu ESP32 berbasis <i>IoT</i> terbaca dengan jelas
3	Desain	Tata letak rangkaian pada <i>trainer</i> tersusun rapi
		Kemudahan pengoperasian atau penggunaan <i>trainer</i>

Hasil validitas *trainer* yang dilakukan oleh validator terdapat 3 aspek penilaian, yaitu: (1) aspek penilaian isi *trainer* memperoleh nilai persentase sebesar 91,7%; (2) aspek penilaian konstruksi *trainer* memperoleh nilai sebesar 86,1%; dan (3) aspek penilaian desain *trainer* memperoleh nilai sebesar 83,3%. Berikut ini disajikan Gambar 7 yang merupakan hasil persentase validasi *trainer*.



Gambar 7. Persentase Hasil Validasi *Trainer*

Sehingga ketiga aspek penilaian validator pada *trainer* tersebut dihitung total, maka nilai rerata persentase skor validasi yang didapat *trainer* adalah sebesar 87% dan dapat disimpulkan bahwa *trainer* kit mikrokontroler nodemcu esp32 berbasis *iot* mendapatkan kategori Sangat Valid.

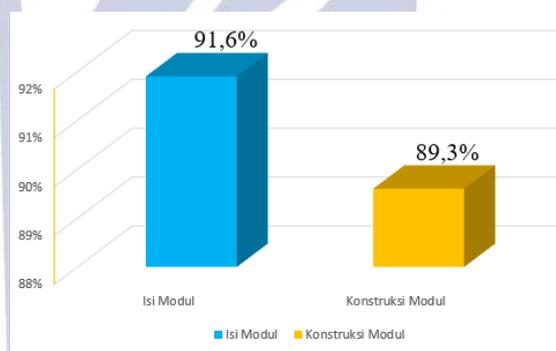
Untuk indikator penilaian validitas modul pembelajaran terdapat 28 indikator penilaian yang dibagi menjadi 5 bagian yaitu: (1) aspek penilaian isi modul; (2) aspek penilaian konstruksi modul; (3) aspek penilaian materi soal pada modul; (4) aspek penilaian konstruksi soal pada modul; dan (5) aspek bahasa soal pada modul. Berikut tabel indikator - indikator penilaian pada modul pembelajaran.

Tabel 7. Indikator Modul Pembelajaran

No	Aspek	Indikator		
1	Isi	Modul berisi materi yang sesuai dengan deskripsi mata pelajaran		
		Kesesuaian dengan model/metode pembelajaran		
		Materi modul sesuai dengan tujuan pembelajaran		
		Isi kegiatan praktik sesuai dengan mata pelajaran yang diajarkan		
		Lembar kerja modul sesuai dengan trainer		
		Pertanyaan atau tugas mendorong kreativitas siswa		
		Modul memuat hasil praktikum beserta kesimpulan		
		Bahasa berdasarkan PUEBI (Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia)		
		Cover modul memiliki daya tarik		
		Cover modul memuat unsur judul modul, nama penulis, dan nama beserta logo universitas		
2	Konstruksi	Kesesuaian gambar cover jelas dan tepat menggambarkan isi modul		
		Teks dan gambar dalam modul saling terkait		
		Langkah-langkah pengerjaan sesuai dengan petunjuk gambar		
		Objek gambar jelas atau tidak kabur		
		Kejelasan petunjuk-petunjuk pada modul memadai		
		Kebutuhan konsep atau materi		
		3	Materi soal Pada modul	Materi yang ditanyakan sesuai dengan kompetensi dasar dan tujuan pembelajaran
				Tingkat kesulitan soal sesuai dengan materi yang diajarkan
				Kedalaman materi
		4	Konstruksi soal pada modul	Inti dari soal dirumuskan dengan singkat dan jelas
Jawaban logis ditinjau berdasarkan materi				
Soal sesuai dengan indikator				
Inti soal tidak memberikan petunjuk kunci jawaban				
		Tidak terjadi interpretasi ganda pada soal		

No	Aspek	Indikator
5	Bahasa soal pada modul	Tata bahasa yang digunakan sesuai dengan PUEBI (Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia)
		Bahasa yang digunakan mudah dipahami
		Soal pada modul menggunakan kalimat baku
		Bahasa yang digunakan komunikatif

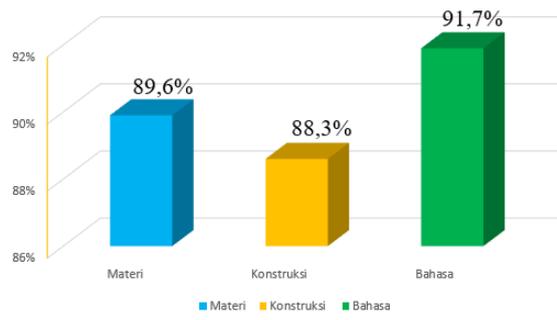
Hasil validitas modul pembelajaran yang sudah dilakukan oleh validator terdapat 2 aspek penilaian, yaitu: (1) aspek penilaian isi modul memperoleh nilai persentase sebesar 91,6%; dan (2) aspek penilaian konstruksi modul memperoleh nilai sebesar 89,3%. Berikut ini disajikan Gambar 8 yang merupakan hasil persentase validasi modul pembelajaran.



Gambar 8. Hasil Persentase Validasi Modul Pembelajaran

Sehingga apabila kedua aspek penilaian validator pada modul pembelajaran tersebut dihitung total, maka nilai rerata persentase skor validasi yang didapat modul pembelajaran ialah sebesar 90,45%, maka disimpulkan bahwa modul pembelajaran *trainer* kit mikrokontroler nodemcu esp32 berbasis *iot* mendapatkan kategori Sangat Valid.

Hasil validitas butir soal yang sudah dilakukan oleh validator ditinjau dari 3 aspek penilaian, yaitu: (1) aspek penilaian materi soal memperoleh nilai persentase sebesar 89,6%; (2) aspek penilaian konstruksi soal memperoleh nilai sebesar 88,3%; dan (3) aspek penilaian bahasa soal memperoleh nilai sebesar 91,7%. Berikut ini disajikan Gambar 9 yang merupakan hasil persentase validasi butir soal.

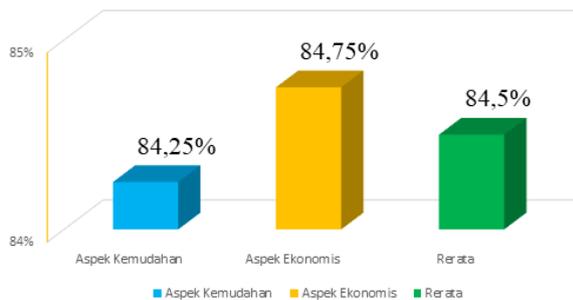


Gambar 9. Hasil Persentase Validasi Butir Soal

Sehingga apabila ketiga aspek penilaian validator pada butir soal tersebut dihitung total, maka nilai rata – rata persentase skor validasi yang didapat butir soal ialah sebesar 89,87% dan dapat disimpulkan bahwa butir soal yang terdapat pada modul pembelajaran *trainer* kit mikrokontroler nodemcu esp32 berbasis *iot* mendapatkan kategori Sangat Valid.

Hasil Kepraktisan *Trainer* dan Modul

Hasil kepraktisan *trainer* dan modul yang sudah dilakukan oleh peserta didik melalui angket respon yang mempunyai tujuan untuk mengetahui kelayakan *trainer* dan modul yang ditinjau dari 2 aspek penilaian, yaitu: (1) penilaian respon peserta didik terhadap aspek kemudahan *trainer* dan modul memperoleh nilai persentase sebesar 84,25%; dan (2) penilaian respon peserta didik terhadap aspek ekonomis memperoleh nilai persentase sebesar 84,75%. Berikut ini disajikan Gambar 10 yang merupakan hasil persentase kepraktisan *trainer* dan modul yang ditinjau dari respon peserta didik.



Gambar 10. Hasil Persentase Kepraktisan *Trainer* dan Modul

Sehingga apabila kedua aspek penilaian angket respon peserta didik terhadap kepraktisan *trainer* dan modul pembelajaran tersebut dihitung total, maka nilai rata – rata persentase skor kepraktisan *trainer* dan modul pembelajaran ialah sebesar 84,5% dan dapat disimpulkan bahwa *trainer* dan modul pembelajaran mikrokontroler nodemcu esp32 berbasis *iot* dikategorikan Sangat Praktis untuk difungsikan sebagai sarana pembelajaran pada mata

pelajaran Pemrograman, Mikroprosesor, dan Mikrokontroler di kelas X TAV SMK Negeri 1 Sidoarjo.

Hasil Keefektifan *Trainer* dan Modul

Efektifitas *trainer* dan modul yang dikembangkan dalam penelitian tersebut melalui hasil belajar yang sudah dilakukan oleh peserta didik kelas X TAV yang berjumlah 20 siswa. Menurut hasil perhitungan yang dilakukan dengan aplikasi *software* SPSS didapatkan penilaian akhir, yaitu: (1) nilai rerata hasil akhir belajar peserta didik sebesar 80,5 dengan nilai sig 0.320 yang apabila nilai sig > 0,05 mempunyai kesimpulan bahwa data hasil akhir belajar peserta didik kelas X TAV berdistribusi normal; (2) nilai sig (2-tailed) dengan metode *one sample t test* sebesar 0,004 yang apabila nilai sig (2-tailed) < 0,05 mempunyai kesimpulan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima yang kemudian dapat diartikan bahwa nilai rerata penilaian belajar peserta didik kelas X TAV tidak sama dengan nilai KKM yang ditentukan SMK; (3) nilai t_{hitung} pada *one sample t test* sebesar 3,297 dengan df sebesar 19 dan menggunakan taraf signifikansi sebesar 0,05. Nilai yang diperoleh t_{tabel} dengan menggunakan taraf signifikansi 0,05 adalah sebesar 1,729 yang apabila nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ mempunyai kesimpulan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima yang kemudian diartikan bahwa nilai rerata penilaian belajar peserta didik kelas X TAV lebih dari sama dengan nilai KKM yang ditentukan SMK.

PENUTUP

Simpulan

Setelah melakukan kegiatan penelitian yang dilaksanakan di SMK Negeri 1 Sidoarjo, dapat disimpulkan bahwa *trainer* kit mikrokontroler NodeMCU ESP32 berbasis *IoT* layak digunakan dan berfungsi baik sebagai sarana pembelajaran pada mata pelajaran Pemrograman, Mikroprosesor, dan Mikrokontroler yang dilihat dari 3 aspek, yaitu: (1) Hasil validitas *trainer* dan modul pembelajaran yang sudah dilakukan oleh validator dapat diambil kesimpulan bahwa *trainer* kit mikrokontroler NodeMCU ESP32 berbasis *IoT* mempunyai kategori sangat valid dengan rerata persentase hasil validasi *trainer* adalah sebesar 87%, rerata hasil rating validasi modul pembelajaran adalah sebesar 90,45%, dan rerata hasil rating validasi butir soal pada modul pembelajaran adalah sebesar 89,87%; (2) Hasil kepraktisan *trainer* dan modul pembelajaran yang didapatkan melalui angket respon yang dilakukan oleh peserta didik dapat diambil kesimpulan bahwa *trainer* kit mikrokontroler NodeMCU ESP32 berbasis *IoT* dikategorikan sangat praktis digunakan sebagai sarana pembelajaran pada mata pelajaran Pemrograman, Mikroprosesor, dan Mikrokontroler di kelas X TAV SMK Negeri 1 Sidoarjo dengan rerata persentase hasil angket respon sebesar 84,5%;

(3) Hasil efektifitas *trainer* dan modul pembelajaran ditinjau dari hasil belajar akhir dari peserta didik memperoleh rerata sebesar 80,5. Setelah diuji dengan menggunakan uji T dapat diambil kesimpulan bahwa rerata penilaian belajar peserta didik lebih besar sama dengan nilai KKM yang ditentukan SMK.

Saran

Setelah melakukan kegiatan penelitian yang dilaksanakan di SMK Negeri 1 Sidoarjo, peneliti memberikan beberapa saran untuk pihak yang ingin menggunakan *trainer* dan modul pembelajaran. Saran yang ingin disampaikan sebagai berikut: (1) Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan diketahui bahwa *trainer kit mikrokontroler nodemcu esp32* berbasis *IoT* yang dikembangkan oleh peneliti sudah sangat valid, sangat praktis, dan efektif dalam pembelajaran di kelas. Kevalidan, kepraktisan dan keefektifan *trainer* ini didapat pada saat uji coba penggunaan alat di lapangan yang dilaksanakan oleh validator ahli, guru, dan peserta didik, sehingga sangat disarankan bagi tenaga pengajar/guru untuk menggunakan *trainer* dan modul pembelajaran dalam kegiatan pembelajaran di kelas; (2) Saran untuk peneliti lain yang ingin mengembangkan *trainer* tersebut dianjurkan dapat membuat atau mengembangkan *trainer* lain yang sesuai dengan kompetensi dasar pada mata pelajaran yang akan diteliti.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, Putri. 2011. Psikologi Perkembangan. Surakarta: PGSD UMS.
- Akker, Jan Van den. 1999. *Principles and Methods of Development Research*. Enschede: University of Twente.
- Al-Qozani, Huda dan Aleryani, Arwa. 2018. *The Impact of IoT on the Higher Education*. Yaman: Saba University.
- Ari, Muhammad Afrizal. 2018. "Rancang Bangun Rumah Pintar Berbasis IoT (*Internet of Things*) Sebagai Media Pembelajaran Pada Mata Pelajaran Pemrograman, Mikroprosesor, dan Mikrokontroler di SMKN 2 Surabaya". Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Arifin, Zainal. 2013. Evaluasi Pembelajaran. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Chamim. 2012. Mikrokontroler Belajar Code Vision AVR Mulai Dari Nol. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Dimiyati dan Mudjiono. 2006. Belajar dan Pembelajaran. Jakarta: PT Rineke Cipta.
- Gomez, Jorge dkk. 2013. *Interaction System Based on Internet of Things as Support for Education*. Colombia: Sinu University
- Hamalik, Oemar. 2013. Kurikulum dan Pembelajaran. Jakarta: Bumi Aksara.
- Istiyati, Ani Lumut. 2004. Usaha Peningkatan Respon Siswa Kelas I Saat Kegiatan Belajar Mengajar Matematika Melalui Efektivitas Alat Peraga Pada SLTP N 2 Kalasan Kabupaten Sleman Tahun Pelajaran 2003/2004. Klaten: FKIP UNWIDA.
- Kusuma, F.W. dan Aisyah, M.N. 2012. Implementasi Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Think Pair Share untuk Meningkatkan Aktivitas Belajar Akuntansi Siswa Kelas XI IPS 1 SMA Negeri 2 Wonosari. Jurnal Pendidikan Akuntansi Indonesia.
- Nieven, Nienke. 2007. *Ann Introductory to Educational Design Research*. Netherlands: Netherlands Institute for Curriculum Development.
- Ramadhan, Rizal Aulia dan Rusimamto, Puput Wanarti. 2019. "Pengembangan Trainer Robot Transporter Dengan Aplikasi Android Berbasis Arduino Untuk Mata Pelajaran Mikroprosesor dan Mikrokontroler di SMK Negeri 1 Driyorejo". Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Riduwan. (2015). Dasar - Dasar Statistika. Bandung: Alfabeta.
- Rifa'i, Fajar dan Rusimamto, Puput Wanarti. 2019. "Pengembangan Trainer Kit Sensor Fire Fighting Berbasis Arduino Uno Sebagai Media Pembelajaran Pada Mata Pelajaran Perekayasaan Sistem Robotik di SMKN 2 Bojonegoro". Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Sadiman, Arief S dkk. 2008. Media Pendidikan. Jakarta: PT Raja Grafindo Perkasa.
- Sudjana, Nana. 2009. Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Sugiyono. 2016. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Bandung: PT Alfabet.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2005 Tentang Standar Nasional Pendidikan.
- Wardiyanto, Muhammad Febri dan Rusimamto, Puput Wanarti. 2019. "Pengembangan Trainer Kit Mikrokontroler Arduino Uno Berbasis IoT Sebagai Media Penunjang Pembelajaran Pada Mata Pelajaran Sistem Kontrol Terprogram di SMK Negeri 1 Jenangan". Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.