



Rancang Bangun Training Kit Iot Pendeteksi Kebakaran Untuk Pembelajaran Pemrograman Dan Aplikasi Mikrokontroler

Mohammad Rosyid Kamil¹, M. Syariffuddien Zuhrie², Farid Baskoro³, Fendi Achmad⁴, Khusnul Khotimah⁵

^{1,2,3,4,5} Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

mohammadkamil.22035@mhs.unesa.ac.id

Abstrak

Media pembelajaran praktikum berbasis *Internet of Things (IoT)* pada mata pelajaran Pemrograman dan Aplikasi Mikrokontroler di SMK masih terbatas sehingga peserta didik belum memperoleh pengalaman belajar yang sesuai dengan perkembangan teknologi industri. Penelitian ini bertujuan mengembangkan *Training Kit IoT* Pendeteksi Kebakaran berbasis ESP32 menggunakan sensor MQ-2, *Flame*, dan DHT11 serta menguji validitas, kepraktisan, dan keefektifannya sebagai media pembelajaran. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development (R&D)* dengan model pengembangan ADDIE yang meliputi tahap *Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*. Subjek penelitian berjumlah 34 peserta didik kelas XI Teknik Audio Video SMK Negeri 3 Surabaya. Data dikumpulkan menggunakan lembar validasi ahli, angket respons peserta didik, tes hasil belajar, lembar observasi afektif, dan lembar penilaian psikomotorik, kemudian dianalisis menggunakan *persentase, Paired Sample t-Test*, dan *N-Gain*. Hasil uji validitas menunjukkan bahwa *Training Kit* memperoleh tingkat validitas keseluruhan sebesar 94,21% dengan kategori sangat layak, yang terdiri atas validasi materi sebesar 92,22%, validasi media 94,67%, validasi angket respons 94,81%, validasi *pretest* dan *posttest* 93,33%, validasi lembar observasi afektif 95,56%, serta validasi lembar penilaian psikomotorik 96,67%. Hasil uji kepraktisan menunjukkan *persentase* 77,55% dengan kategori praktis. Hasil uji efektivitas menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar yang signifikan berdasarkan uji *Paired Sample t-Test* dengan nilai signifikansi 0,000 ($p < 0,05$), didukung nilai *N-Gain* sebesar 0,4002 yang termasuk kategori sedang, serta hasil belajar ranah afektif dan psikomotorik yang berada pada kategori sangat baik. Dengan demikian, *Training Kit IoT* Pendeteksi Kebakaran berbasis ESP32 dinyatakan valid, praktis, dan efektif digunakan sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran Pemrograman dan Aplikasi Mikrokontroler.

Kata kunci: *Training Kit IoT*, ESP32, Model ADDIE, Deteksi Kebakaran, Hasil Belajar.

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi *Internet of Things (IoT)* telah mendorong transformasi di berbagai bidang, termasuk pendidikan vokasi. Pada Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), penguasaan teknologi IoT menjadi kompetensi penting yang harus dimiliki peserta didik untuk menghadapi kebutuhan dunia kerja dan era Industri 4.0. Sejalan dengan implementasi Kurikulum Merdeka, pembelajaran diarahkan pada penguasaan kompetensi melalui kegiatan praktikum yang kontekstual dan berbasis teknologi. Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran yang mampu memberikan pengalaman belajar secara langsung sehingga peserta didik dapat memahami konsep sekaligus mengembangkan keterampilan praktik sesuai kebutuhan industri (Abdillah dkk., 2024; Wara & Suprianto, 2021). Pada mata pelajaran Pemrograman dan Aplikasi Mikrokontroler, peserta didik dituntut menguasai pemrograman, pengendalian sensor, dan implementasi sistem berbasis IoT. Namun, berdasarkan hasil observasi, kegiatan praktikum masih didominasi trainer berbasis Arduino Uno yang belum mendukung implementasi IoT secara optimal. Kondisi tersebut menyebabkan peserta didik belum memperoleh pengalaman mengembangkan sistem yang terhubung ke internet, serta mengalami kesulitan memahami integrasi berbagai sensor dalam satu sistem IoT (Abdillah dkk., 2024).

Berbagai penelitian telah mengembangkan media pembelajaran berbasis training kit untuk meningkatkan kualitas pembelajaran di SMK. Wara & Suprianto, (2021) melaporkan bahwa trainer mikrokontroler mampu meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan praktik peserta didik. Bakti dkk., (2025) mengembangkan training kit monitoring CO₂ berbasis IoT sebagai media pembelajaran, sedangkan Abdillah dkk., (2024) menunjukkan bahwa media berbasis ESP32 lebih relevan dengan perkembangan teknologi. Selain itu, Alyafi dkk., (2022) menyatakan bahwa trainer berbasis mikrokontroler dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik melalui kegiatan praktikum.

Pada bidang sistem pendeteksi kebakaran, Dupat & Efendi., (2025) mengembangkan sistem berbasis ESP32 untuk monitoring kebakaran, sedangkan Najib dkk., (2024) membuktikan bahwa kombinasi sensor MQ-2 dan sensor

suhu mampu meningkatkan akurasi deteksi. Mulyono & Apriaskar, (2021) mengembangkan training kit menggunakan sensor MQ-2 dan *Flame*, namun masih berbasis Arduino dan belum memanfaatkan teknologi *IoT*. Sementara itu, (Daru, A. dkk., 2021) menunjukkan bahwa integrasi sensor MQ-2 dan *Flame* dengan aplikasi *Blynk* mampu mempercepat penyampaian informasi kebakaran.

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, pengembangan training kit maupun sistem pendeteksi kebakaran berbasis *IoT* telah memberikan hasil yang baik. Namun, sebagian besar penelitian masih berfokus pada fungsi alat sebagai sistem monitoring atau hanya menggunakan satu hingga dua sensor. Selain itu, media yang dikembangkan belum mengintegrasikan sensor MQ-2, *Flame*, dan DHT11 dalam satu training kit berbasis ESP32 yang dilengkapi fitur monitoring *real-time* untuk mendukung pembelajaran praktikum peserta didik (Dupat & Efendi, 2025; Mulyono & Apriaskar, 2021; Najib dkk., 2024).

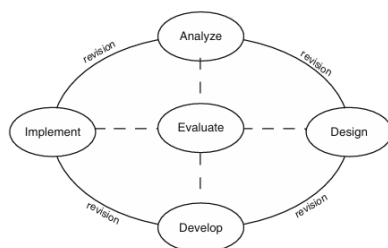
Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini mengembangkan *Training Kit IoT* Pendeteksi Kebakaran berbasis ESP32 menggunakan sensor MQ-2, *Flame*, dan DHT11 dengan model pengembangan ADDIE. Training kit mengintegrasikan pembacaan sensor, *buzzer* sebagai alarm, LCD sebagai penampil informasi, serta monitoring *real-time* melalui aplikasi *Blynk*. Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan media pembelajaran yang mengintegrasikan tiga sensor dalam satu training kit berbasis *IoT* untuk mendukung pembelajaran pada mata pelajaran Pemrograman dan Aplikasi Mikrokontroler di SMK.

Penelitian ini bertujuan menganalisis validitas, kepraktisan, dan keefektifan Training Kit *IoT* Pendeteksi Kebakaran berbasis ESP32 terhadap hasil belajar peserta didik kelas XI SMKN 3 Surabaya pada mata pelajaran Pemrograman dan Aplikasi Mikrokontroler. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi alternatif media pembelajaran berbasis *IoT* sekaligus referensi bagi guru dalam mengembangkan pembelajaran praktikum yang sesuai dengan kebutuhan industri dan perkembangan teknologi digital.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) yang bertujuan menghasilkan Training Kit *IoT* Pendeteksi Kebakaran menggunakan sensor MQ-2, *Flame*, dan DHT11 berbasis ESP32 sebagai media pembelajaran praktikum pada mata pelajaran Pemrograman dan Aplikasi Mikrokontroler. Model pengembangan yang digunakan adalah ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*) yang dikembangkan oleh Branch, (2009:2). Model ini dipilih karena memiliki tahapan yang sistematis dalam merancang, mengembangkan, dan mengevaluasi media pembelajaran sehingga menghasilkan media yang efektif, efisien, dan menarik Wara & Suprianto., (2021). Penelitian dilaksanakan di SMK Negeri 3 Surabaya pada semester genap Tahun Ajaran 2025/2026 dengan subjek penelitian sebanyak 34 peserta didik kelas XI Teknik Audio Video.

Prosedur penelitian mengikuti lima tahapan model ADDIE sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Tahap *analysis* meliputi analisis kebutuhan pembelajaran, kurikulum, karakteristik peserta didik, dan lingkungan pembelajaran. Tahap *design* mencakup perancangan perangkat keras, perangkat lunak, modul trainer yang berisi lima jobsheet, serta instrumen penelitian. Tahap *development* menghasilkan Training Kit *IoT* Pendeteksi Kebakaran berbasis ESP32 yang selanjutnya divalidasi oleh ahli media dan ahli materi. Tahap *implementation* dilakukan melalui pembelajaran praktikum menggunakan desain *One Group Pretest–Posttest Design* Hartono, (2019:70), sedangkan tahap *evaluation* dilakukan secara formatif dan sumatif untuk mengetahui tingkat validitas, kepraktisan, dan keefektifan media yang dikembangkan (Branch, 2009:8).



Gambar 1 Tahapan Pengembangan Model ADDIE (Branch, 2009:2).

Populasi penelitian adalah seluruh peserta didik kelas XI Teknik Audio Video SMK Negeri 3 Surabaya. Sampel ditentukan menggunakan teknik purposive sampling sehingga diperoleh satu kelas XI Teknik Audio Video yang berjumlah 34 peserta didik. Pemilihan sampel didasarkan pada kesesuaian mata pelajaran yang ditempuh, kemampuan dasar elektronika dan pemrograman, serta ketersediaan sarana praktikum (Sahir, 2022:36).

Instrumen penelitian terdiri atas lembar validasi ahli media, lembar validasi ahli materi, angket respons peserta didik, soal *pretest* dan *posttest*, lembar penilaian psikomotorik yang mengacu pada modul berisi lima *jobsheet*, serta lembar observasi afektif. Lembar validasi digunakan untuk menilai kelayakan produk, angket respons digunakan untuk mengukur kepraktisan media, sedangkan tes hasil belajar, penilaian psikomotorik, dan observasi afektif digunakan untuk mengukur keefektifan media pada ranah kognitif, afektif, dan psikomotorik (Rohmad, 2017).

DOI: <https://doi.org/10.69693/ijmst.v4i2.11624>

Lisensi: Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Analisis data dilakukan berdasarkan aspek validitas, kepraktisan, dan keefektifan. Data validitas, kepraktisan, psikomotorik, dan afektif dianalisis menggunakan teknik persentase sebagaimana ditunjukkan pada Persamaan (1) (Purwanto, 2018).

$$P = \frac{\text{Jumlah skor diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\% \quad (1)$$

Modifikasi dari (Purwanto, 2018:54)

Tabel 1 Kriteria Interpretasi Validitas dan Kepraktisan

Persentase	Validitas	Kepraktisan
81–100%	Sangat Layak	Sangat Praktis
61–80%	Layak	Praktis
41–60%	Cukup Layak	Cukup Praktis
21–40%	Kurang Layak	Kurang Praktis
0–20%	Tidak Layak	Tidak Praktis

Data keefektifan dianalisis menggunakan hasil *pretest*, *posttest*, penilaian psikomotorik, dan observasi afektif. Uji normalitas dilakukan menggunakan Shapiro–Wilk sebagai uji prasyarat analisis (Sudirman., dkk 2023). Data yang berdistribusi normal selanjutnya dianalisis menggunakan *Paired Sample t-Test* untuk mengetahui perbedaan hasil belajar sebelum dan sesudah penggunaan training kit (Nuryadi dkk., 2017). Peningkatan hasil belajar dianalisis menggunakan *normalized gain (N-Gain)* sebagaimana Persamaan (2) (Latri dkk., 2021).

$$N\text{-Gain} = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{maks} - S_{pre}} \quad (2)$$

(Latri dkk., 2021:75).

Keterangan: S_{post} = skor rata-rata *posttest*; S_{pre} = skor rata-rata *pretest*; S_{maks} = skor maksimum ideal.

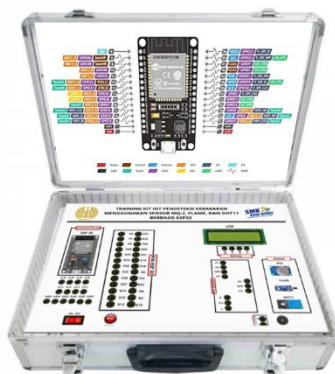
Hasil analisis validitas, kepraktisan, dan keefektifan digunakan untuk menentukan kualitas Training Kit *IoT* Pendeteksi Kebakaran berbasis ESP32 sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran Pemrograman dan Aplikasi Mikrokontroler.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menghasilkan sebuah *Training Kit Internet of Things (IoT)* pendeteksi kebakaran berbasis ESP32 sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran Pemrograman dan Aplikasi Mikrokontroler kelas XI SMKN 3 Surabaya. *Training kit* yang dikembangkan mengintegrasikan sensor MQ-2, sensor Flame, dan sensor DHT11 serta dilengkapi dengan modul trainer yang berisi lima *jobsheet* praktikum, dan aplikasi Blynk sebagai media monitoring berbasis IoT. Pengembangan produk dilakukan menggunakan model ADDIE yang meliputi tahap Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation, berdasarkan hasil analisis kebutuhan pembelajaran, karakteristik peserta didik, serta capaian pembelajaran yang harus dikuasai. Selanjutnya, kualitas *training kit* yang dihasilkan dievaluasi melalui pengujian validitas, kepraktisan, dan keefektifan untuk mengetahui tingkat kelayakannya sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran Pemrograman dan Aplikasi Mikrokontroler.

3.1 Hasil Pembuatan *Training Kit IoT*

Penelitian ini menghasilkan sebuah *Training Kit Internet of Things (IoT)* pendeteksi kebakaran berbasis ESP32 sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran Pemrograman dan Aplikasi Mikrokontroler kelas XI SMK. *Training kit* yang dikembangkan mengintegrasikan sensor MQ-2, sensor Flame, dan sensor DHT11, serta dilengkapi dengan modul trainer yang berisi lima *jobsheet* praktikum, dan aplikasi Blynk sebagai media monitoring berbasis IoT. Pengembangan produk dilakukan menggunakan model ADDIE berdasarkan hasil analisis kebutuhan pembelajaran, karakteristik peserta didik, serta capaian pembelajaran yang harus dikuasai. Selanjutnya, kualitas *training kit* yang dihasilkan dievaluasi melalui pengujian validitas, kepraktisan, dan keefektifan untuk mengetahui tingkat kelayakannya sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran Pemrograman dan Aplikasi Mikrokontroler. Produk *training kit* yang dihasilkan ditunjukkan pada Gambar 2.

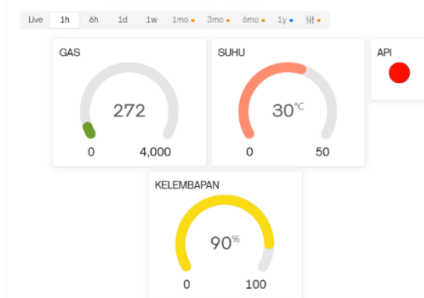


Gambar 2 Training Kit Pendeteksi Kebakaran

Training kit dirancang untuk memberikan pengalaman belajar secara langsung melalui kegiatan praktikum. Perangkat ini mengintegrasikan ESP32 sebagai mikrokontroler utama dengan sensor MQ-2, sensor *Flame*, dan sensor DHT11 yang bekerja secara terpadu dalam mendeteksi potensi kebakaran. Selain itu, *training kit* juga dilengkapi dengan LCD 16×2 I2C sebagai penampil informasi, *buzzer* sebagai indikator peringatan, serta *push button reset* untuk mengembalikan sistem ke kondisi awal setelah proses deteksi.

Selain perangkat keras, penelitian ini juga menghasilkan modul trainer yang berisi lima *jobsheet* praktikum sebagai perangkat pendukung pembelajaran. Modul trainer memuat materi mengenai konsep Internet of Things (IoT), ESP32, serta prinsip kerja sensor MQ-2, sensor *Flame*, dan sensor DHT11, dan terdapat *jobsheet* praktikum disusun secara bertahap agar peserta didik dapat mempelajari penggunaan *training kit* secara sistematis. *Jobsheet* terdiri atas lima kegiatan praktikum, yaitu pengenalan dan pengujian sensor MQ-2, pengenalan dan pengujian sensor *Flame*, pengenalan dan pengujian sensor DHT11, integrasi ketiga sensor dalam sistem pendeteksi kebakaran, serta implementasi sistem monitoring berbasis *Internet of Things* menggunakan aplikasi *Blynk*. Dengan adanya modul trainer yang berisi lima *jobsheet* praktikum, peserta didik dapat melaksanakan kegiatan praktikum secara terstruktur sesuai dengan capaian pembelajaran.

Training kit terintegrasi dengan aplikasi *Blynk* sebagai media monitoring berbasis *Internet of Things* sehingga data hasil pembacaan sensor dapat dipantau secara *real-time* melalui perangkat yang terhubung ke jaringan internet. *Dashboard Blynk* menampilkan informasi nilai sensor MQ-2, status deteksi api dari sensor *Flame*, suhu dibaca sensor DHT11, sehingga kondisi sistem pendeteksi kebakaran dapat dipantau secara langsung. Tampilan monitoring menggunakan aplikasi *Blynk* ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Tampilan Aplikasi Blynk

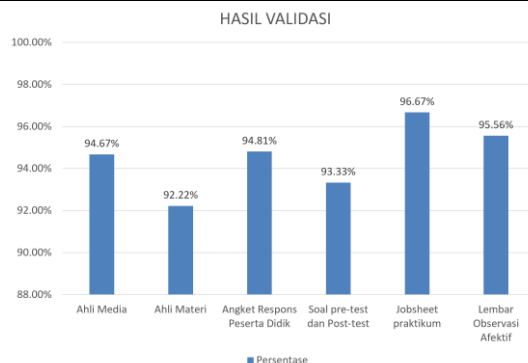
Integrasi antara *training kit*, modul trainer yang berisi lima *jobsheet* praktikum, dan aplikasi *Blynk* menjadikan media yang dihasilkan mampu mendukung pembelajaran teori sekaligus praktikum pada materi *Internet of Things*. Produk yang telah dihasilkan selanjutnya divalidasi oleh ahli media dan ahli materi sebelum diimplementasikan kepada peserta didik untuk mengetahui tingkat validitas, kepraktisan, dan keefektifannya sebagai media pembelajaran.

3.2 Validitas *Training Kit IoT*

Training Kit Internet of Things (IoT) pendeteksi kebakaran berbasis ESP32 beserta perangkat pembelajaran dan instrumen penelitian telah divalidasi oleh tiga validator yang terdiri atas satu dosen Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Surabaya dan dua Guru Teknik Audio Video SMKN 3 Surabaya. Validasi dilakukan untuk mengetahui tingkat kelayakan produk sebelum diimplementasikan dalam kegiatan pembelajaran. Aspek yang divalidasi meliputi media, materi, modul trainer yang berisi lima *jobsheet* praktikum, serta instrumen penelitian yang digunakan untuk mengukur kepraktisan dan keefektifan produk. Rekapitulasi hasil validasi disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 4.

Tabel 2 Rekapitulasi Hasil Validitas Training Kit

No	Hasil Validasi	Persentase	Kategori
1	Validasi Materi	92,22%	Sangat layak
2	Validasi Media	94,67%	Sangat layak
3	Validasi Angket Respon	94,81%	Sangat layak
4	Validasi Pre & Post Test	93,33%	Sangat layak
5	Validasi Lembar Pengamatan Afektif	95,56%	Sangat layak
6	Validasi Lembar Pengamatan Psikomotorik	96,67%	Sangat layak



Gambar 4 Diagram Hasil Validasi

Hasil validasi menunjukkan bahwa *Training Kit Internet of Things (IoT)* pendeteksi kebakaran berbasis ESP32 memperoleh tingkat validitas keseluruhan sebesar 94,21% dengan kategori sangat layak sebagai media pembelajaran berdasarkan hasil penilaian para validator. Validasi materi memperoleh *persentase* sebesar 92,22%, dan validasi media memperoleh *persentase* sebesar 94,67%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa materi yang disajikan telah sesuai dengan capaian pembelajaran serta *training kit* memiliki desain, fungsi, dan kemudahan penggunaan yang mendukung pelaksanaan kegiatan praktikum.

Instrumen penelitian juga memperoleh kategori sangat layak, meliputi angket respon peserta didik, instrumen *pretest* dan *posttest*, lembar pengamatan afektif, serta lembar pengamatan psikomotorik dengan persentase validitas berkisar antara 93,33% hingga 96,67%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa seluruh instrumen telah memenuhi aspek kesesuaian isi, kejelasan penyajian, penggunaan bahasa, dan keterukuran indikator, sehingga layak digunakan untuk mengukur kepraktisan dan keefektifan *Training Kit Internet of Things (IoT)* pendeteksi kebakaran berbasis ESP32 sebagai media pembelajaran.

3.3 Kepraktisan *Training Kit IoT* Pendeteksi Kebakaran berbasis ESP32

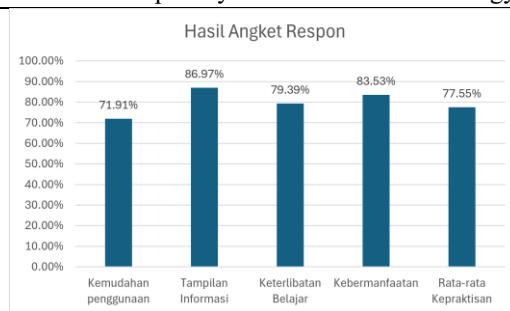
Kepraktisan *training kit IoT* pendeteksi kebakaran berbasis ESP32 diukur melalui angket respons peserta didik setelah pelaksanaan pembelajaran untuk mengetahui tingkat kemudahan penggunaan, tampilan informasi, keterlibatan belajar, dan kebermanfaatan training kit. Rekapitulasi hasil penilaian kepraktisan berdasarkan setiap aspek disajikan pada Tabel 3 Hasil penilaian tersebut digunakan untuk mengetahui tingkat kepraktisan training kit dalam mendukung proses pembelajaran *Internet of Things (IoT)*.

Tabel 3 Hasil Angket Respon Peserta Didik

No	Aspek	Persentase	Kategori
1	Kemudahan penggunaan	71,91%	Praktis
2	Tampilan Informasi	86,97%	Sangat praktis
3	Keterlibatan Belajar	79,39%	Praktis
4	Kebermanfaatan	83,53%	Sangat Praktis
Rata-rata Kepraktisan		77,55%	Praktis

Training kit IoT pendeteksi kebakaran berbasis ESP32 memperoleh persentase rata-rata kepraktisan sebesar 77,55% dengan kategori praktis. Aspek tampilan informasi memperoleh persentase tertinggi sebesar 86,97%, diikuti aspek kebermanfaatan sebesar 83,53%, aspek keterlibatan belajar sebesar 79,39%, sedangkan aspek kemudahan penggunaan memperoleh persentase terendah sebesar 71,91%. Meskipun demikian, seluruh aspek memperoleh penilaian pada kategori praktis hingga sangat praktis. Hasil tersebut menunjukkan bahwa training kit mudah digunakan, memiliki tampilan informasi yang jelas, mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik selama pembelajaran, serta bermanfaat dalam membantu memahami materi *Internet of Things (IoT)*.

Sebaran respons peserta didik pada setiap aspek kepraktisan ditampilkan pada Gambar 5. Visualisasi tersebut menunjukkan bahwa seluruh aspek memperoleh respons positif dari peserta didik dengan tingkat penilaian yang berada pada kategori praktis hingga sangat praktis. Hasil tersebut mendukung interpretasi terhadap tingkat kepraktisan *training kit* secara keseluruhan.



Gambar 5 Diagram Hasil Angket Respons Peserta Didik

Penilaian peserta didik menunjukkan bahwa training kit mampu membantu proses pembelajaran melalui penyajian komponen yang terintegrasi dengan ESP32, sensor MQ-2, *Flame* Sensor, DHT11, LCD, serta modul trainer yang berisi lima jobsheet praktikum yang sistematis. Tingkat kepraktisan yang diperoleh menunjukkan bahwa *training kit* dapat digunakan dengan mudah dalam kegiatan praktikum tanpa mengalami kendala yang berarti. Temuan tersebut memperkuat hasil validitas bahwa *training kit* beserta modul trainer yang berisi lima *jobsheet* telah memenuhi aspek kelayakan media dan materi sehingga layak digunakan sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran *Internet of Things (IoT)*.

3.4 Efektivitas *Training Kit IoT* pendeteksi Kebakaran

Efektivitas *Training Kit IoT* Pendeteksi Kebakaran berbasis ESP32 dianalisis berdasarkan hasil belajar peserta didik pada ranah kognitif, afektif, dan psikomotorik menggunakan desain *One Group Pretest–Posttest Design*. Analisis dilakukan untuk mengetahui efektivitas penggunaan training kit dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik pada materi *Internet of Things (IoT)*. Penilaian ranah kognitif diperoleh melalui hasil *pretest* dan *posttest*, sedangkan penilaian ranah afektif dan psikomotorik diperoleh melalui lembar observasi selama kegiatan pembelajaran dan praktikum menggunakan training kit.

Sebelum dilakukan pengujian hipotesis, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas sebagai uji prasyarat analisis statistik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa data *pretest* dan *posttest* berdistribusi normal dengan nilai signifikansi Shapiro–Wilk sebesar 0,239 untuk *pretest* dan 0,081 untuk *posttest* (Sig. > 0,05). Oleh karena itu, analisis dilanjutkan menggunakan *Paired Sample t-Test* untuk mengetahui perbedaan hasil belajar peserta didik sebelum dan sesudah menggunakan *Training Kit IoT* Pendeteksi Kebakaran berbasis ESP32. Selanjutnya, peningkatan hasil belajar dianalisis menggunakan uji *N-Gain*, sedangkan efektivitas pada ranah afektif dan psikomotorik dianalisis berdasarkan hasil observasi yang diinterpretasikan sesuai kategori penilaian yang telah ditetapkan.

Rekapitulasi hasil efektivitas pada ketiga ranah disajikan pada tabel-tabel berikut, yang meliputi hasil belajar kognitif, hasil penilaian afektif, dan hasil penilaian psikomotorik. Hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan *Training Kit IoT* Pendeteksi Kebakaran berbasis ESP32 mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik pada ranah kognitif, serta memperoleh kategori Sangat Baik pada ranah afektif dan psikomotorik. Temuan tersebut menunjukkan bahwa *training kit* yang dikembangkan efektif digunakan sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran *Internet of Things (IoT)*.

3.4.1 Hasil Belajar Ranah Kognitif

Hasil belajar ranah kognitif dianalisis untuk mengetahui efektivitas penggunaan Training Kit IoT Pendeteksi Kebakaran berbasis ESP32 terhadap peningkatan hasil belajar peserta didik. Sebelum dilakukan uji hipotesis, data *pretest* dan *posttest* terlebih dahulu diuji normalitas menggunakan metode Shapiro–Wilk. Hasil uji menunjukkan bahwa data *pretest* memperoleh nilai signifikansi sebesar 0,239 dan data *posttest* sebesar 0,081. Kedua nilai tersebut lebih besar dari 0,05, sehingga data dinyatakan berdistribusi normal dan memenuhi syarat untuk dianalisis menggunakan uji parametrik. Rekapitulasi hasil analisis ranah kognitif disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Rekapitulasi Ranah Kognitif

Indikator	Hasil
<i>Paired Sample t-Test</i> (Sig.)	0,000
<i>N-Gain</i>	40,02% (Sedang)

Hasil uji *Paired Sample t-Test* menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,000 ($p < 0,05$), yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil belajar peserta didik sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) menggunakan Training Kit IoT Pendeteksi Kebakaran berbasis ESP32. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan training kit memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan hasil belajar ranah kognitif peserta didik. Peningkatan tersebut diperkuat oleh hasil analisis *N-Gain* yang memperoleh nilai rata-rata sebesar 40,02% dengan kategori sedang, sehingga dapat disimpulkan bahwa *Training Kit IoT* Pendeteksi Kebakaran berbasis ESP32 memiliki efektivitas yang cukup baik dalam meningkatkan hasil belajar ranah kognitif peserta didik.

3.4.2 Hasil Belajar Ranah Afektif

Hasil belajar ranah afektif diperoleh melalui observasi terhadap sikap peserta didik selama mengikuti kegiatan pembelajaran dan praktikum menggunakan Training Kit IoT Pendeteksi Kebakaran berbasis ESP32. Penilaian dilakukan berdasarkan indikator sikap yang telah ditetapkan untuk mengetahui ketercapaian aspek afektif peserta didik. Rekapitulasi hasil penilaian ranah afektif disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 Rekapitulasi Ranah Afektif

Indikator	Hasil
Nilai Rata-rata	95,50
Kategori	Sangat Baik

Hasil penilaian menunjukkan bahwa peserta didik memperoleh nilai rata-rata sebesar 95,50 dengan kategori Sangat Baik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peserta didik mampu menunjukkan sikap positif selama proses pembelajaran dan praktikum, seperti disiplin dalam mengikuti petunjuk kerja, bertanggung jawab dalam menyelesaikan tugas, bekerja sama dengan baik, serta berpartisipasi aktif dalam setiap kegiatan pembelajaran. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan Training Kit IoT Pendeteksi Kebakaran berbasis ESP32 mampu mendukung terbentuknya sikap belajar yang sangat baik selama proses pembelajaran.

3.4.3 Hasil Belajar Ranah Psikomotorik

Hasil belajar ranah psikomotorik diperoleh melalui observasi terhadap keterampilan peserta didik selama melaksanakan kegiatan praktikum menggunakan Training Kit IoT Pendeteksi Kebakaran berbasis ESP32. Penilaian dilakukan berdasarkan indikator keterampilan yang mencakup kemampuan menggunakan alat, mengikuti prosedur praktikum, serta menyelesaikan setiap jobsheet yang telah disusun secara bertahap. Rekapitulasi hasil penilaian ranah psikomotorik disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6 Rekapitulasi Ranah Psikomotorik

Indikator	Hasil
Nilai Rata-rata	93,02
Kategori	Sangat Baik

Hasil penilaian menunjukkan bahwa peserta didik memperoleh nilai rata-rata sebesar 93,02 dengan kategori Sangat Baik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peserta didik mampu melaksanakan kegiatan praktikum menggunakan Training Kit IoT Pendeteksi Kebakaran berbasis ESP32 dengan baik, mulai dari mengoperasikan perangkat, menghubungkan sensor, hingga melakukan pengujian sistem sesuai prosedur praktikum. Tingginya capaian pada ranah psikomotorik menunjukkan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan mampu mendukung keterampilan praktik peserta didik pada pembelajaran Internet of Things (IoT).

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan *Training Kit Internet of Things (IoT)* pendeteksi kebakaran berbasis ESP32 menggunakan sensor MQ-2, Flame, dan DHT11 sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran Pemrograman dan Aplikasi Mikrokontroler untuk peserta didik kelas XI SMK dengan menggunakan model ADDIE. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *training kit* yang dikembangkan memenuhi kriteria sebagai media pembelajaran yang sangat layak, praktis, dan efektif. Aspek validitas memperoleh kategori sangat layak berdasarkan hasil penilaian ahli materi, ahli media, serta validasi instrumen penelitian, sehingga *training kit* dinyatakan layak digunakan dalam proses pembelajaran.

Aspek kepraktisan memperoleh persentase sebesar 77,55% dengan kategori praktis, yang menunjukkan bahwa *training kit* mudah digunakan serta mampu mendukung kegiatan praktikum dan membantu peserta didik dalam memahami materi *Internet of Things (IoT)*. Aspek keefektifan menunjukkan bahwa penggunaan *training kit* mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik. Peningkatan tersebut ditunjukkan oleh hasil uji *Paired Sample t-Test* yang menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara nilai *pretest* dan *posttest* (Sig. < 0,05), serta hasil uji *N-Gain* sebesar 0,4002 dengan kategori sedang pada ranah kognitif. Selain itu, hasil penilaian ranah afektif dan psikomotorik memperoleh kategori sangat baik, yang menunjukkan bahwa peserta didik memiliki sikap dan keterampilan praktikum yang baik selama menggunakan *training kit*. Dengan demikian, *Training Kit Internet of Things (IoT)* pendeteksi kebakaran berbasis ESP32 layak digunakan sebagai media pembelajaran untuk mendukung peningkatan hasil belajar peserta didik pada ranah kognitif, afektif, dan psikomotorik.

Reference

- Abdillah, M. Z., Baskoro, F., Zuhrie, M. S., & Kholis, N. (2024). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Mikrokontroler Esp32 Berbasis Internet Of Things & Bluetooth Di Smkn 2 Surabaya. *In Je-Unisla*. <https://doi.org/10.30736/Je-Unisla.V9i2.1234>
- Alyafi, M. A., Anifah, L., & Nurhayati, I. (2022). Pengembangan Trainer Kit Mikrokontroler Nodemcu. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*. <https://doi.org/10.26740/Jpte.V11n02.P203-212>
- Bakti, A. I., Ari, A. A., & Rahman, A. (2025). Pelatihan Pengembangan Sistem Monitoring Suhu, Kelembapan Dan Kadar CO2 Di Udara Berbasis Internet Of Things. *Pengabdianmu: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*. <https://doi.org/10.33084/Pengabdianmu.V10i2>
- Branch, R. M. (2009). *Intructional Design: The Addie*. In New York: Springer.

- Daru, A., F., Adhiwibowo, W., & Prawoto, A. (2021). Penerapan Sensor MQ-2 Untuk Deteksi Kebocoran Gas Dan Sensor Bb02 Untuk Deteksi Api Dengan Pengendali Aplikasi Blynk. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*. <https://doi.org/10.51903/Itikp.V12i1.229>
- Dupat, B. M., & Efendi, R. (2025). Prototype Alat Monitoring Pencegahan Kebakaran Pada Ruang Lab Smk Saraswati Salatiga. *Jurnal Binapatria*. <https://binapatria.id/index.php/MBI/Article/View/1200>
- Hartono. (2019). Metodologi Penelitian. Pekanbaru: Zanafa Publishing.
- Latri, Patta, R., Atjo, S. Eka P., & Juhari, A. (2021). *Elpsa Dalam Pembelajaran Geometri*. Agma.
- Mulyono, J., & Apriaskar, E. (2021). Simulasi Alarm Kebakaran Menggunakan Sensor Mq-2 , Falme Sensor Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Jurnal Ilmiah Elektronika Dan Komputer*. <https://doi.org/10.51903/Elkom.V14i1.305>
- Najib, A., Sulartopo., Irfiantono, D.W., Syuhada, A.(2024). Sistem Pendeteksi Bencana Kebakaran Menggunakan ESP32 Dan Arduino Berbasis WEB. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi*. <https://doi.org/10.51903/Itikp.V14i2.778>
- Nuryadi, Astuti, T. Dewi, Utami, E. S., & Budiantara, M. (2017). *Dasar-Dasar Statistik Penelitian*. Sibuku Media.
- Purwanto. (2018). Teknik Penyusunan Instrumen Uji Validitas Dan Reliabilitas Penelitian Ekonomi Syariah. In *Magelang: Staiapress*.
- Rohmad. (2017). *Pengembangan Instrumen Evaluasi Dan Penelitian*. Purwokerto: Kalimedia.
- Sahir, S. H. (2022). *Metodologi Penelitian*. In Medan: Penerbit Kbm Indonesia.
- Sudirman, T. S., Vonnisye, Andinny, M. L. K. Y., Kartini, N. L. P., M. M. K. S., Nursa'adah, F. P., Purwanti, I. P. P. M. E. J. R. S., P., Seruni, N. M. R., Suryati, F. I. K., Safitri, S. A. P. T., &, & Thana, I. D. I. P. T. I. D. P. (2023). *Statistika Pendidikan*. In Bandung.
- Wara, D., & Suprianto, B. (2021). *Pengembangan Trainer Internet Of Things Berbasis Mikrokontroler Esp32 Pada Mata Pelajaran Pemrograman, Mikroprosesor Dan Mikrokontroler Di Smk Negeri 2 Surabaya*. Pengembangan Trainer Internet Of Things Berbasis Mikrokontroler ESP32. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*. <https://doi.org/10.26740/Jpte.V10n02.P103-112>