Jurnal Pendidikan Teknik Elektro
http://jpte.ppj.unp.ac.id

Volume 07, Issue 02, Tahun 2026
P-ISSN : 2745-8768
E-ISSN : 2746-461x

Media Pembelajaran *Fire Detector* Berbasis *Wireless Sensor Network* pada Mata Kuliah Sensor dan Aktuator

Komang Darmawan[1*], I Gede Ratnaya[1], dan I Gede Made Surya Bumi Pracasitaram[1]
[1]Jurusan Teknologi Industri, Fakultas Teknik dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Ganesha
*Corresponding Author: darmawan.4@undiksha.ac.id

Abstract*— The utilization of sensor technology to design Wireless Sensor Network (WSN) systems represents a development in the application of sensor and communication technologies, one of which is a fire detection system. This is also relevant in the field of education as an effort to introduce the application of sensor technology in designing Wireless Sensor Network (WSN) systems. This study aimed to develop WSN-based Fire Detector learning media as a learning medium to represent the Wireless Sensor Network (WSN) subtopic in the Sensors and Actuators course of the Electrical Engineering Education Study Program at Universitas Pendidikan Ganesha. This study employed the Research and Development (R&D) method using the 10-stage development model proposed by Sugiyono. Data were collected through observation, interviews, validation by media and subject matter experts, and student response questionnaires. The media expert feasibility test obtained a percentage of 89.00%, categorized as "highly feasible." The subject matter expert feasibility test obtained a percentage of 98.18%, also categorized as "highly feasible." The small-group trial involving 5 respondents showed an "excellent" classification, while the large-group trial involving 20 respondents also showed an "excellent" classification. The results of this study indicate that the WSN-based Fire Detector learning media is categorized as "highly feasible" for use as learning media in the Sensors and Actuators course.

Keywords: Learning Media, Fire Detector, Wireless Sensor Networks, Sensors and Actuators.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi sensor semakin pesat seiring dengan meningkatnya kebutuhan di lingkungan dan pekerjaan manusia, seperti pemantauan lingkungan dan cuaca, otomasi industri, hingga di bidang kesehatan. Sensor digunakan untuk mendeteksi dan mengukur berbagai fenomena fisis maupun perubahan nilai suatu besaran, yang kemudian menghasilkan keluaran yang dapat divisualisasikan melalui sistem yang terintegrasi [1]. Perkembangan tersebut turut mendorong pemanfaatan teknologi sensor dalam perancangan *Wireless Sensor Network* (WSN), yaitu jaringan perangkat nirkabel yang menggunakan jaringan sensor untuk memantau kondisi fisik suatu lingkungan[2]. Salah satu penerapan WSN adalah sistem pendeteksi kebakaran yang dapat digunakan untuk memantau gejala kebakaran dengan sistem komunikasi nirkabel [3].

Kebakaran bisa terjadi pada berbagai kondisi dan tempat serta dapat menimbulkan kerugian terhadap manusia, hewan, tumbuhan, maupun lingkungan. Hal ini dapat dipengaruhi oleh keterlambatan penyampaian informasi kebakaran [4]. Salah satu upaya untuk meminimalkan risiko tersebut adalah menggunakan sistem deteksi dan peringatan kebakaran, khususnya dengan memanfaatkan teknologi sensor pada lokasi yang berpotensi mengalami kebakaran [5]. Sistem pendeteksi kebakaran dapat mengintegrasikan beberapa sensor untuk mendeteksi keberadaan api, mengukur suhu, serta memantau intensitas asap atau gas berbahaya [6]. Untuk mendukung sistem pendeteksi ini agar bisa bekerja dengan optimal dan dapat digunakan dalam banyak titik lokasi, jaringan sensor nirkabel adalah metode yang tepat digunakan untuk merancang sistem yang terintegrasi [7].

Perkembangan teknologi sensor juga mendorong penerapannya dalam bidang pendidikan, sebagai bagian dari upaya untuk menyesuaikan proses pembelajaran dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan masyarakat. Pemanfaatan teknologi dalam pendidikan dapat mendukung proses pembelajaran agar lebih efektif serta sesuai dengan perkembangan dan kondisi lingkungan [8]. Pada jenjang perguruan tinggi, mahasiswa tidak hanya dituntut memahami konsep secara teoritis, tetapi juga perlu memperoleh pengalaman dalam menerapkan teknologi pada permasalahan nyata. Pembelajaran yang bersifat kontekstual dapat menghubungkan kegiatan belajar dengan kondisi lingkungan dan permasalahan yang dihadapi masyarakat, sehingga mahasiswa memiliki kesempatan untuk mengembangkan keterampilan, kemampuan berinovasi, dan menghasilkan solusi yang relevan [9]. Sebagai upaya mendukung pemahaman mahasiswa diperlukan media dalam pembelajaran. Media pembelajaran merupakan salah satu *input* yang diperlukan dalam proses pendidikan dan dapat digunakan untuk mendukung pencapaian mutu

pembelajaran [10]. Media pembelajaran juga berfungsi sebagai alat bantu dalam menyampaikan pesan atau materi pembelajaran kepada peserta didik sehingga proses penyampaian informasi menjadi lebih mudah dipahami [11]. Selain itu, media pembelajaran dapat dipandang sebagai sarana fisik yang digunakan untuk menyampaikan materi pembelajaran secara lebih konkret [12]. Dengan demikian, penggunaan media pembelajaran berbentuk perangkat praktikum menjadi alternatif untuk membantu mahasiswa menghubungkan teknologi dan implementasinya dalam suatu sistem nyata.

Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Pendidikan Ganesha menyelenggarakan mata kuliah yang mendukung pengembangan kompetensi mahasiswa, salah satunya mata kuliah Sensor dan Aktuator. Mata kuliah tersebut membahas tentang konsep dasar sensor dan aktuator, jenis dan fungsinya, serta penerapannya pada berbagai sistem elektronik, termasuk penerapan teknologi sensor dalam perancangan *Wireless Sensor Network* (WSN). Sensor dan aktuator merupakan bagian penting dalam bidang elektronika sehingga pembelajarannya perlu memberikan pemahaman konseptual sekaligus pengalaman praktis kepada mahasiswa [13]. Melalui pembelajaran tersebut, mahasiswa diharapkan mampu merancang, memprogram, hingga mengimplementasikan sensor serta aktuator dalam berbagai aplikasi sistem elektronik.

Berdasarkan hasil wawancara bersama dosen pengampu mata kuliah sensor dan aktuator serta mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Pendidikan Ganesha, ditemukan beberapa permasalahan dalam kegiatan pembelajaran praktikum. Praktikum yang dilaksanakan masih terbatas pada penggunaan beberapa sensor seperti sensor DHT, ultrasonik, sensor gas, sensor kelembapan tanah, RFID, sensor gerak, dan sensor cahaya. Sedangkan penggunaan sensor pendeteksi api belum diterapkan dalam kegiatan praktikum. Media yang tersedia berupa *trainer kit* sensor dan *trainer* pengukur tinggi serta berat badan, sementara pada submateri *Wireless Sensor Network* belum tersedia media pembelajaran yang dapat merepresentasikan submateri melalui kegiatan praktikum. Selain itu, belum terdapat media pembelajaran yang mengintegrasikan sensor untuk mensimulasikan suatu sistem deteksi dini bencana, khususnya bencana kebakaran sebagai bentuk pembelajaran kontekstual.

Berdasarkan permasalahan dan diskusi bersama dosen pengampu mata kuliah, diperlukan pengembangan media pembelajaran yang dapat merepresentasikan submateri *Wireless Sensor Network* (WSN). Media Pembelajaran *Fire Detector* berbasis *Wireless Sensor Network* (WSN) dikembangkan dengan mengombinasikan sensor suhu, sensor asap, dan sensor api untuk mensimulasikan proses pendeteksian gejala kebakaran. Sistem menggunakan komunikasi nirkabel LoRa untuk mengirimkan data hasil pemantauan dari *node* sensor menuju *node* penerima, kemudian informasi ditampilkan melalui LCD dan *smartphone* serta memberikan peringatan melalui *alarm* dan notifikasi. Pengembangan media ini diharapkan dapat membantu mahasiswa memahami submateri *Wireless Sensor Network* (WSN) pada mata kuliah sensor dan aktuator, dari segi konsep dasar, topologi dan arsitektur *Wireless Sensor Network* (WSN) dalam suatu sistem pendeteksi kebakaran .

II. METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan oleh Sugiyono. Model penelitian dan pengembangan oleh Sugiyono merupakan model penelitian yang dimodifikasi dari model penelitian dan pengembangan oleh Borg & Gall [14]. Untuk menghasilkan produk salah satunya berupa media pembelajaran, penelitian dan pengembangan berperan penting sebagai metode untuk menganalisis kebutuhan dan sekaligus menguji keefektifan produk tersebut, sebelum difungsikan pada lingkungan sebenarnya [15]. Adapun 10 tahapan penelitian yang dilalui berdasarkan model penelitian dan pengembangan oleh sugiyono diantaranya yaitu (1) Potensi dan Masalah; (2) Pengumpulan data; (3) Desain produk; (4) Validasi desain; (5) Revisi Desain; (6) Uji coba produk; (7) Revisi Produk; (8) Uji coba produk; (9) Revisi produk; (10) Produksi masal [15]. Adapun konsep penelitian dan pengembangan menurut Sugiyono (2013) ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar. 1.Prosedur Penelitian dan Pengembangan

Subjek penelitian pengembangan media pembelajaran *fire detector* berbasis *Wireless Sensor Network* (WSN) adalah 2 orang dosen sebagai ahli media dan ahli materi, serta mahasiswa semester 5 Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Pendidikan Ganesha sebagai pengguna. Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian pengembangan ini adalah teknik wawancara, observasi dan kuesioner. Wawancara yang digunakan adalah wawancara tak berstruktur bersama salah satu dosen pengampu mata kuliah dan 5 mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Pendidikan Ganesha yang mengambil mata kuliah sensor dan aktuator. Wawancara tak berstruktur *(Unstructured Interview)* merupakan wawancara yang fleksibel dimana peneliti tidak menggunakan pedoman sistematis dan hanya garis besar permasalahan yang menjadi pertanyaan oleh peneliti [16].

Instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data kelayakan media pembelajaran adalah kuesioner ahli media, kuesioner ahli materi dan kuesioner respon oleh mahasiswa sebagai pengguna. Kuesioner disusun dengan butir-butir pernyataan terkait media pembelajaran dengan bobot skor menggunakan skala *likert* 5 pada instrumen uji validasi ahli media dan materi serta respon mahasiswa. Pada skala *likert* yang digunakan, menujukkan skor 5 adalah skor tertinggi dan skor 1 adalah skor terendah. Data yang diperoleh dari penggunaan instrumen kuesioner berupa angka, dianalisis menggunakan analisis deskriptif kuantitatif. Data uji hasil kelayakan oleh ahli media dan ahli isi berupa skor angka dari setiap butir pernyataan, akan diproses menggunakan rumus berikut.

$$P = \frac{X}{Xi} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

P = Persentase Skor
X = Jumlah Skor yang di Observasi
Xi = Jumlah Skor maksimum ideal
100 % = Bilangan Konstan

Setelah skor yang diperoleh diubah menjadi bentuk persentase, selanjutnya nilai persentase tersebut akan dikualifikasikan untuk menilai kelayakan media pembelajaran berdasarkan aspek media dan isi atau materi. Media pembelajaran dapat dikatakan layak, apabila persentase skor validasi ahli media dan ahli materi yang diperoleh lebih dari 68,01% dengan kualifikasi layak dan maksimal 100% dengan kualifikasi sangat layak. Dengan demikian media pembelajaran yang dinyatakan layak berdasarkan hasil uji coba ahli media dan isi, selanjutnya dapat diuji coba dalam pembelajaran secara bertahap untuk mengetahui respon mahasiswa terhadap media pembelajaran. Tabel kualifikasi tingkat kelayakan berdasarkan persentase untuk hasil uji coba validasi ahli media dan ahli isi dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kualifikasi Tingkat Kelayakan Berdasarkan Persentase

No.	Interval	Kualifikasi
1.	$84{,}01\% < S \leq 100\%$	Sangat Layak
2.	$68{,}01\% < S \leq 84{,}00\%$	Layak
3.	$52{,}01\% < S \leq 68{,}00\%$	Cukup Layak
4.	$36{,}01\% < S \leq 52{,}00\%$	Kurang Layak
5.	$20{,}00\% < S \leq 36{,}00\%$	Tidak Layak

Setelah memperoleh data hasil uji kelayakan berdasarkan aspek media dan materi, maka media selanjutnya diujicobakan kepada mahasiswa. Sesuai tujuan dari penelitian dan pengembangan ini, dimana penelitian ditujukan untuk mengetahui respon dari mahasiswa terhadap media pembelajaran yang dibuat. Uji coba pemakaian oleh mahasiswa ini dilakukan bertahap dari uji coba oleh kelompok kecil dengan melibatkan 5 orang mahasiswa dan kemudian oleh kelompok besar dengan melibatkan 20 orang mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Pendidikan Ganesha. Total skor yang diperoleh dari masing-masing responden selanjutnya akan dihitung dan dikualifikasikan berdasarkan tabel 2.

Tabel 1. *Range* dan Kualifikasi Penilaian oleh Mahasiswa

No.	*Range*	Kualifikasi
1.	$S > (Mi + 1{,}5\ SDi)$	Sangat Tinggi (ST)
2.	$(Mi + 0{,}5\ SDi) < S \leq (Mi + 1{,}5\ SDi)$	Tinggi (T)
3.	$(Mi - 0{,}5\ SDi) < S \leq (Mi + 0{,}5\ SDi)$	Sedang (S)
4.	$(Mi - 1{,}5\ SDi) < S \leq (Mi - 0{,}5\ SDi)$	Rendah (R)
5.	$S \leq (Mi - 1{,}5\ SDi)$	Sangat Rendah (SR)

Keterangan :

S = Skor Per individu

Mi (Rata-rata/ mean ideal) = 1/2 × (Xi maksimum + Xi Minimum)

Xi maksimum (skor maks. Ideal) = $\sum jumlah\ butir \times skala\ tertinggi$

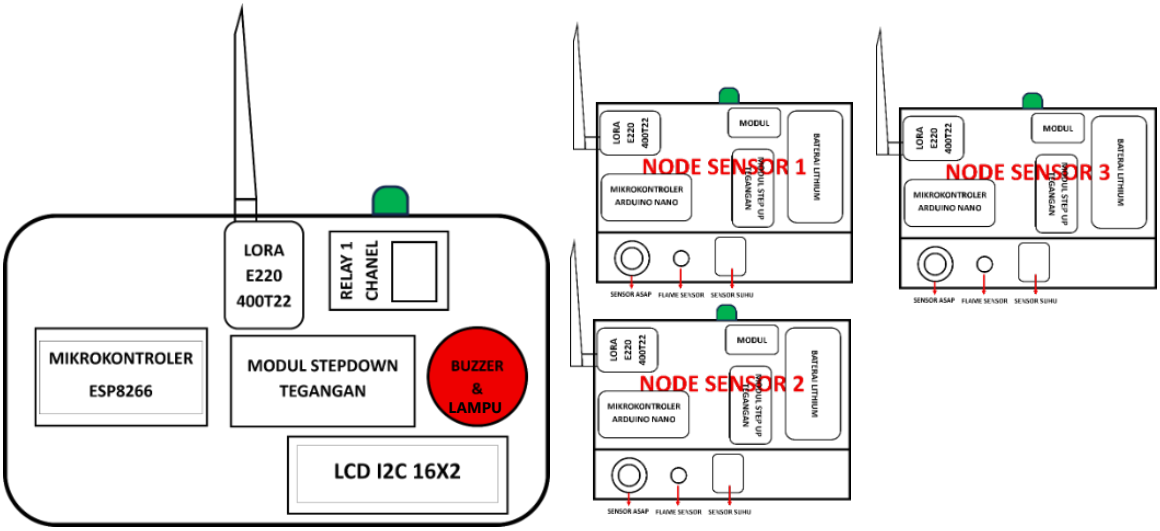
Xi minimum (skor min. Ideal) = $\sum jumlah\ butir \times skala\ terendah$

SDi (standar deviasi ideal) = 1/6 × (Xi maksimum – Xi minimum)

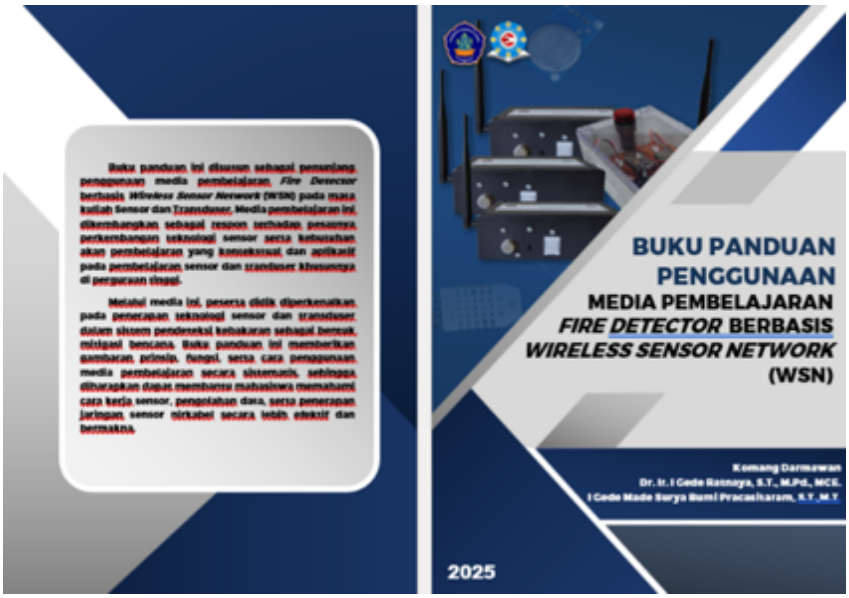
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. HASIL

Hasil penelitian dan pengembangan media pembelajaran *fire detector* berbasis *Wireless Sensor Network* (WSN) disusun berdasarkan tahapan penelitian dan pengembangan menurut Sugiyono. Pada tahap potensi dan masalah, dilakukan identifikasi kondisi pembelajaran melalui wawancara dengan dosen pengampu dan lima mahasiswa dari Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Pendidikan Ganesha. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa belum tersedia media pembelajaran yang dapat merepresentasikan submateri *Wireless Sensor Network* (WSN), sehingga mahasiswa kesulitan dalam memahami materi khususnya melalui kegiatan praktikum. Temuan tersebut menjadi dasar dalam pengembangan media pembelajaran *Fire Detector* berbasis *Wireless Sensor Network* (WSN). Sebelum berlanjut ke pembuatan media, terlebih dahulu menentukan desain media pembelajaran *fire detector* berbasis *Wireless Sensor Network,* yang dimana desain ini menjadi gambaran dan konsep dari media pembelajaran itu sendiri. Desain media pembelajaran dibuat berdasarkan hasil diskusi dan revisi bersama dosen pembimbing dan dosen pengampu mata kuliah, untuk menghasilkan produk media yang sesuai dengan konsep pembelajaran. Selain desain produk, adapun buku panduan penggunaan yang disediakan untuk memudahkan penggunaan media pembelajaran dalam pembelajaran. Berikut merupakan desain produk final dan *cover* sampul depan dari buku panduan penggunaan media pembelajaran *fire detector* berbasis *Wireless Sensor Network* yang dihasilkan melalui proses bimbingan dan revisi dari dosen pembimbing.



Gambar. 2.Desain Media Pembelajaran



Gambar. 3.Desain Cover Buku Panduan Penggunaan

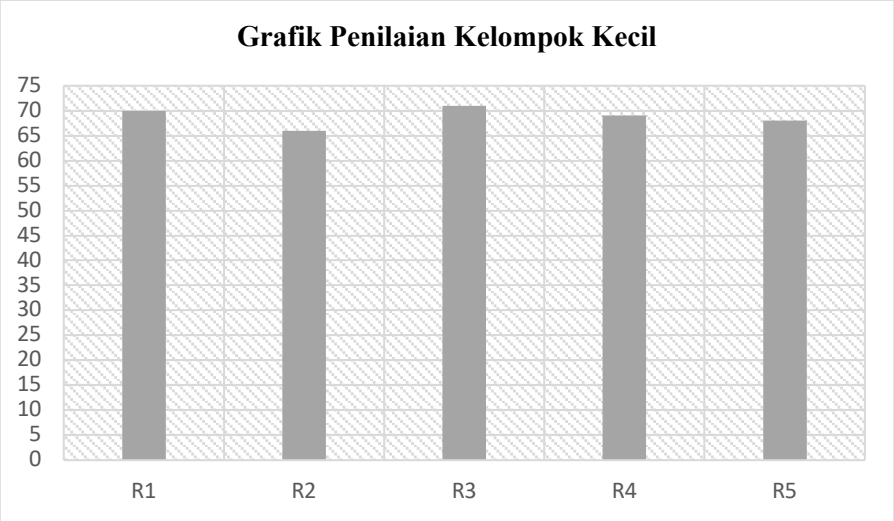
Media pembelajaran dibuat berdasarkan desain produk final yang telah disetujui. Media pembelajaran *fire detector* berbasis *Wireless Sensor Network* (WSN) dibagi menjadi 2 jenis *node* yaitu *node* sensor *transmitter* yang berjumlah 3 *node* dan *node receiver* yang berjumlah 1 penerima. Masing-masing *node* sensor menggunakan unit sensor pendeteksi asap, sensor pendeteksi api, dan sensor suhu, dimana ketiga sensor ini diintegrasikan dan diproses oleh mikrokontroler Arduino Nano. Masing-masing *node* sensor akan mengirimkan hasil pengukuran dan status pendeteksian melalui modul *wireless* LoRa menuju *node receiver* yang menggunakan modul LoRa serupa sebagai penerima. Data yang diterima akan ditampilkan melalui LCD dan lampu indikator kebakaran, kemudian diteruskan ke aplikasi Blynk melalui *cloud.* Media yang dibuat sudah selesai dirangkai, dan dikemas dalam *box* plastik. *Box* pada masing-masing *node* sensor *transmitter* berwarna hitam dengan ukuran 15x10 cm, dimana di setiap *box* dan *cover*-nya sudah terdiri dari identitas *node* sensor, *port* USB pemrograman, *port* antena SMA-*Male*, tombol *on/off* dan wujud fisik sensor yang digunakan. Sedangkan *node receiver* menggunakan *box* yang lebih besar berukuran 20x12 cm berwarna putih dengan *cover* bening.

Selain membuat produk berupa media pembelajaran, pengembangan juga dilakukan pada buku panduan penggunaan media pembelajaran dengan jumlah 29 halaman. Setelah dilakukan pengujian mandiri pada media pembelajaran, maka dilakukan uji kelayakan oleh ahli materi dan ahli media. Revisi media dilakukan untuk memenuhi kekurangan dan kebutuhan sesuai komentar oleh para ahli, dimana pada media pembelajaran dibuatkan video tutorial belajar dan arti dari setiap pemrograman masing-masing *node.* Tutorial belajar tersebut dibuat dalam beberapa bagian video dan dikemas dalam bentuk kode QR linktree, untuk memudahkan akses informasi penggunaan. Setelah dilakukan uji coba dan revisi produk oleh para ahli, media pembelajaran selanjutnya dilakukan uji coba pemakaian oleh mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Pendidikan Ganesha sebagai pengguna. Uji coba pemakaian pertama dilakukan bersama 5 orang mahasiswa sebagai kelompok kecil, dan selanjutnya diujicobakan bersama 20 orang mahasiswa sebagai kelompok besar. Berikut merupakan hasil akhir dari media pembelajaran *fire detector* berbasis *Wireless Sensor Network* (WSN).



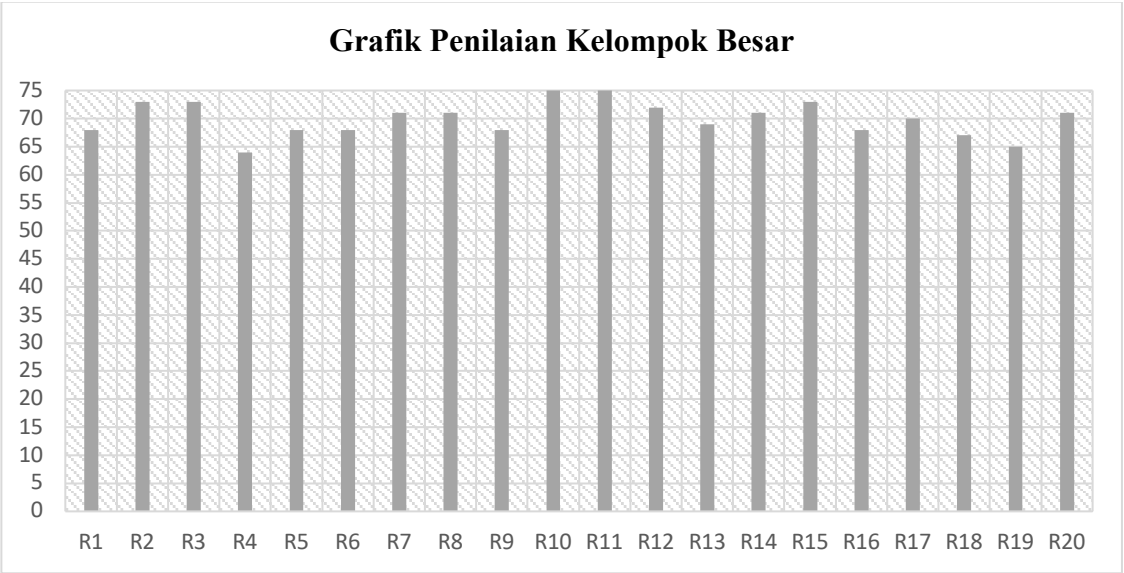
Gambar. 4.Produk Akhir Media Pembelajaran Fire detector Berbasis Wireless Sensor Network

Pengujian media tahap pertama dilakukan dengan uji coba kelayakan yang divalidasi oleh 1 ahli materi dan 1 ahli media. Berdasarkan analisa data ahli materi, diperoleh nilai persentase sebesar 98,18% dengan kualifikasi sangat layak. Terdapat sedikit masukan dari dosen ahli materi dimana media pembelajaran ini diharapkan materi belajar yang diberikan agar lebih menyudut kepada submateri yang dituju, dan pengoperasian media diharapkan lebih mudah, sehingga mahasiswa lebih mudah memahami materi langkah demi langkah. Sedangkan analisa data ahli media, diperoleh nilai persentase sebesar 89,00% dengan kualifikasi sangat layak. Masukan dari dosen ahli media yaitu terdapat beberapa komponen yang masih belum diposisikan dengan baik, belum terdapat modul *charge* baterai pada *node* sensor, dan video tutorial belajar diharapkan lebih jelas terkait penjelasan arti dari masing-masing baris pemrograman sehingga melalui video tutorial yang dicantumkan, mahasiswa dengan mudah memahami cara pengimplementasian metode *Wireless Sensor Network* (WSN). Masukan dari ahli materi dan ahli media ini selanjutnya menjadi bahan revisi dari perbaikan media pembelajaran. Dengan demikian, melalui perolehan nilai persentase ahli media dan ahli materi dengan kualifikasi sangat layak, maka media pembelajaran *fire detector* berbasis *Wireless Sensor Network* diujicobakan kepada mahasiswa. Uji coba pemakaian oleh mahasiswa dibagi menjadi 2 tahap yakni uji coba pemakaian oleh kelompok kecil dan kelompok besar. Adapun hasil dari penilaian respon pengguna oleh kelompok kecil disajikan pada grafik berikut:



Gambar. 5.Grafik Penilaian Kelompok Kecil

Berdasarkan grafik penilaian oleh kelompok kecil yang terdiri dari 5 orang responden mahasiswa secara homogen, diperoleh nilai tertinggi yaitu 71 dan nilai terendah yaitu 66. Meskipun demikian, nilai terendah masih termasuk dalam kualifikasi yang sangat baik. Berpacu pada tabel *range* dan penilaian oleh mahasiswa, skor yang diperoleh dari kelima responden termasuk dalam kualifikasi "Sangat Tinggi". Maka dari itu, uji coba pemakaian selanjutnya dapat dilakukan oleh kelompok besar yang terdiri dari 20 orang mahasiswa semester 5 Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Pendidikan Ganesha. Adapun hasil dari penilaian respon pengguna oleh kelompok besar disajikan pada grafik berikut:



Gambar. 6.. Grafik Penilaian Kelompok Besar

Berdasarkan grafik penilaian oleh kelompok besar yang terdiri dari 20 orang responden mahasiswa, diperoleh nilai tertinggi yaitu 75 dan nilai terendah 64. Setelah dilakukan konversi nilai skor ke dalam *range* skor, seluruh responden memberikan skor yang termasuk dalam kualifikasi "Sangat Tinggi. Masukan dari responden dirangkum diantaranya pencantuman kode program agar dapat diunduh pada kode QR linktree pembelajaran. Berdasarkan tahap uji coba pemakaian kepada mahasiswa melalui uji coba kelompok kecil dan kelompok besar, maka respon yang diberikan oleh mahasiswa adalah sangat tinggi/sangat baik.

B. PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran *Fire Detector* berbasis *Wireless Sensor Network* (WSN), mengetahui tingkat kelayakan media pembelajaran, dan mengetahui respon mahasiswa terhadap media pembelajaran yang dibuat. Proses pengembangan dilakukan dengan menggunakan metode *Research and Development* (R&D) model Sugiyono melalui tahapan yang dimulai dari identifikasi kebutuhan, pengumpulan data, perancangan, validasi desain, revisi, dan uji coba produk. Hasil observasi dan wawancara menunjukkan bahwa submateri *Wireless Sensor Network* (WSN) belum didukung media praktik yang dapat memperlihatkan penerapannya secara langsung. Kondisi tersebut menjadi dasar dalam pengembangan *Fire Detector* sebagai media pembelajaran yang dapat memberikan gambaran penerapan *Wireless Sensor Network* (WSN) melalui suatu sistem nyata. Media yang dihasilkan terdiri atas tiga *node* sensor *transmitter* dan satu *node receiver gateway* yang dihubungkan menggunakan komunikasi LoRa dengan topologi *star*. Melalui rancangan tersebut, mahasiswa dapat melihat hubungan antara proses pengambilan dan monitoring data sensor, penerapan topologi dan arsitektur WSN melalui pengiriman data antar-*node,* serta pengimplementasian sistem tersebut.

Kelayakan media pembelajaran selanjutnya diperoleh melalui uji validasi ahli materi dan ahli media. Hasil uji coba ahli materi memperoleh persentase sebesar 98,18% dengan kualifikasi sangat layak, sedangkan ahli media memperoleh persentase sebesar 89,00% dengan kualifikasi sangat layak. Nilai tersebut menunjukkan bahwa media yang dikembangkan telah memenuhi kebutuhan pembelajaran baik dari sisi materi maupun tampilan dan penggunaannya. Meskipun demikian, ahli materi memberikan masukan agar isi pembelajaran lebih menegaskan konsep materi *Wireless Sensor Network* (WSN) sehingga penggunaan *Fire Detector* tetap ditempatkan sebagai contoh penerapan materi *Wireless Sensor Network* (WSN). Ahli materi juga menyarankan pengecekan *datasheet* antena dan program pada *node* sensor *transmitter* agar komunikasi LoRa dapat bekerja dengan jangkauan dan kestabilan yang lebih baik. Sementara itu, ahli media memberikan masukan mengenai tata letak komponen, penambahan *port charger*, kode QR untuk mengakses materi, informasi spesifikasi media, serta pengamanan tata letak baterai. Masukan tersebut kemudian digunakan untuk memperbaiki produk sebelum digunakan pada tahap uji coba pemakaian oleh mahasiswa.

Respon mahasiswa juga menunjukkan penerimaan yang baik terhadap media yang dikembangkan. Uji coba kelompok kecil yang melibatkan 5 mahasiswa memperoleh hasil dengan kualifikasi sangat baik. Pada tahap ini, mahasiswa memberikan masukan untuk menambahkan kode program pada *link* pembelajaran agar informasi mengenai pemrograman lebih mudah diakses. Setelah perbaikan dilakukan, media kembali diuji pada kelompok besar yang melibatkan 20 mahasiswa memperoleh hasil dengan kualifikasi sangat baik. Pada uji kelompok besar tidak terdapat masukan revisi lebih lanjut dari mahasiswa. Hasil tersebut menunjukkan bahwa media dapat digunakan oleh mahasiswa dan mampu memberikan pengalaman praktik dalam mempelajari penerapan *Wireless Sensor Network* (WSN) pada sistem deteksi kebakaran.

Pengembangan media ini memberikan nilai tambah karena konsep materi *Wireless Sensor Network* (WSN) tidak hanya disampaikan melalui penjelasan teori, tetapi juga dengan implementasinya pada sistem deteksi kebakaran. Keberadaan beberapa *node* sensor yang saling terhubung memungkinkan mahasiswa memahami cara kerja jaringan sensor nirkabel mulai dari penginderaan hingga pengiriman dan penerimaan data. Penggunaan LoRa sebagai media komunikasi juga memberikan gambaran mengenai penerapan komunikasi nirkabel dalam sistem *Wireless Sensor Network* (WSN), sedangkan LCD, *smartphone*, alarm, dan materi pembelajaran berbasis kode QR membantu mahasiswa mengikuti proses pemantauan dan penggunaan media secara lebih mudah. Walaupun demikian, media masih memiliki kekurangan, terutama pada aspek kestabilan dan jangkauan komunikasi LoRa yang masih perlu dioptimalkan serta perlunya penegasan fokus materi agar pembelajaran tetap berorientasi pada konsep *Wireless Sensor Network* (WSN).

IV. PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran *fire detector* berbasis *Wireless Sensor Network* (WSN) pada mata kuliah Sensor dan Aktuator telah berhasil dikembangkan dan layak digunakan sebagai media pembelajaran di Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Pendidikan Ganesha. Media pembelajaran dirancang untuk mengintegrasikan sensor suhu, sensor asap, dan sensor api dengan komunikasi nirkabel menggunakan modul LoRa sehingga mampu merepresentasikan submateri *Wireless Sensor Network* (WSN) pada mata kuliah sensor dan aktuator. Pengembangan media pembelajaran ini memperoleh hasil

uji validasi ahli materi sebesar 98,18%dengan kualifikasi sangat layak, sedangkan hasil uji ahli media memperoleh persentase 89,00% dengan kualifikasi sangat layak. Media pembelajaran yang dibuat juga memperoleh respon yang baik melalui proses uji coba kepada mahasiswa pada kelompok kecil yang memperoleh kualifikasi sangat tinggi, dan hasil uji coba pada kelompok besar yang juga memperoleh kualifikasi sangat tinggi. Maka dengan demikian, media pembelajaran *fire detector* berbasis *Wireless Sensor Network* (WSN) dinyatakan layak digunakan sebagai media pembelajaran untuk mendukung proses pembelajaran pada mata kuliah Sensor dan Aktuator khususnya untuk membantu merepresentasikan submateri *Wireless Sensor Network* (WSN).

REFERENSI

[1] I. G. A. Gunadi and D. O. Rachmawati, "Review Penggunaan Sensor Pada Aplikasi IOT," *Wahana Mat. dan Sains J. Mat. Sains, dan Pembelajarannya*, vol. 16, no. 3, pp. 48–60, 2022.

[2] M. Yusro and A. Diamah, *Buku Ajar Sensor dan Transduser*. 2019.

[3] A. I. M. Anuar, R. Mohamad, A. M. Markom, and R. Concepcion, "Real-time forest fire detection, monitoring, and alert system using Arduino," *Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 33, no. 2, pp. 942–950, 2024.

[4] M. R. Fasya, Zaenudin, M. M. Efendi, and L. D. Samsumar, "Implementasi Sistem Peringatan Dini Kebakaran Rumah Berbasis Internet of Things (IoT)," vol. 1, no. 4, pp. 369–378, 2024.

[5] S. K. Khotimah, R. Kumalawati, N. Inu, and K. Hadi, "Pemantauan Titik Panas Dan Mitigasi Kebakaran Hutan dan Lahan Di Kabupaten Katingan Tahun 2019-2023," *Gudang J. Multidisiplin Ilmu*, vol. 2, pp. 5–12, 2024.

[6] J. Mulyono, Djuniadi, and Esa Apriaskar, "Simulasi Alarm Kebakaran Menggunakan Sensor Mq-2, Flame Sensor Berbasis Mikrokontroler Arduino," *Elkom J. Elektron. dan Komput.*, vol. 14, no. 1, pp. 16–25, 2021.

[7] I. Khoiroh, K. Amron, and A. Basuki, "Modifikasi Algoritma Dijkstra untuk Penentuan Multi-Path dalam Topologi Jaringan Sensor Nirkabel," vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2022.

[8] U. H. Salsabila, M. U. Ilmi, S. Aisyah, and R. Saputra, "Peran Teknologi Pendidikan dalam Meningkatkan Kualitas Pendidikan di Era Disrupsi," vol. 03, no. 01, pp. 104–112, 2020.

[9] M. Rizal, I. G. Ratnaya, and M. Prasetya, "Penerapan Kurikulum Merdeka Belajar untuk Meningkatkan Terhadap Minat Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Dasar-Dasar Instalasi Listrik di SMK Negeri 3 Singaraja," *J. Pendidik. Tek. Elektro Undiksha*, vol. 14, no. 2, pp. 222–232, 2025.

[10] Riowati and N. H. Yoenanto, "Peran Guru Penggerak pada Merdeka Belajar untuk Memperbaiki Mutu Pendidikan di Indonesia," *J. Educ. Instr.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–16, 2022.

[11] A. N. Fitri, R. Zuliani, and C. P. Rini, "Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Metode Montessori pada Pembelajaran IPA Siswa Kelas V di SDN Rama II Kota Tangerang," *Fondatia*, vol. 6, no. 2, pp. 285–302, 2022.

[12] Mayasari, "Pengembangan Pembelajaran Daring Melalui Media Interaktif Simulasi Elektronik (MISE) pada Mata Kuliah Ekonomi Makro," vol. 21, no. 3, pp. 1404–1413, 2021.

[13] Putri, Syahrul, and H. Jaya, "Pengembangan Trainer Sensor dan Transduser di Program Studi Pendidikan Vokasional Mekatronika Fakultas Teknik Universitas Negeri Makassar," *J. Nalar Pendidik.*, vol. 10, no. 2, pp. 87–94, 2022.

[14] M. F. Nurhidayat and M. Asikin, "Bahan Ajar Berbasis STEM dalam Pembelajaran Matematika: Potensi dan Metode Pengembangan," *Prism. Pros. Semin. Nas. Mat.*, vol. 4, pp. 298–302, 2021.

[15] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*, 19th ed. Bandung: Alfabeta, 2013.

[16] H. Subakti *et al.*, *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: Media Sains Indonesia, 2023.