

DESAIN DAN IMPLEMENTASI MEDIA PEMBELAJARAN MIKROKONTROLER BERBASIS *HYBRID LEARNING* MENGGUNAKAN WOKWI SIMULATION

Wahyudi¹, Edy Sabara²

¹Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Makassar
wahyudi@unm.ac.id

²Pendidikan Vokasional Mekatronika, Universitas Negeri Makassar
edysabara66@unm.ac.id

ABSTRAK

Perkembangan teknologi media pembelajaran terjadi sangat cepat di era industri 4.0. salah satu penerapan media pembelajaran yaitu pada pembelajaran sistem mikrokontroler. Salah satu dari perkembangan tersebut adalah penelitian media pembelajaran salah satunya media pembelajaran berbasis *wokwi simulation*. Sistem mikrokontroler adalah perangkat mini yang dikemas dalam bentuk chip. Memori terpasang secara terpisah untuk kode program dan memori untuk data guna memaksimalkan kerja. Berdasarkan hal tersebut kajian penelitian bertujuan untuk mengetahui tahapan pengembangan media pembelajaran berbasis *wokwi simulation* dan menghasilkan media pembelajaran berbasis *wokwi simulation* yang valid, praktis dan efektif. Pengembangan media pembelajaran mikrokontroler berbasis *wokwi simulation* dikembangkan menggunakan teori pengembangan model ADDIE dengan 4 tahapan yaitu (1) analisis kebutuhan, (2) Desain, (3) Pengembangan, (4) Implementasi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa media pembelajaran mikrokontroler berbasis *wokwi simulation* yang dikembangkan pada aspek media dan materi berada pada kategori sangat valid untuk dipergunakan. Implementasi media pembelajaran mikrokontroler berbasis *wokwi simulation* mendapat respon mahasiswa berada pada kategori sangat praktis pada penggunaannya dan hasil tes mahasiswa dengan nilai N-Gain berada pada kategori tinggi. Kesimpulan data tersebut menyatakan bahwa media pembelajaran mikrokontroler berbasis *wokwi simulation* yang telah dikembangkan dinyatakan valid /layak untuk dipergunakan serta praktis dan efektif dalam penggunaannya.

Kata Kunci: Media Pembelajaran, Mikrokontroler, Model ADDIE

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF HYBRID LEARNING-BASED MICROCONTROLLER LEARNING MEDIA USING WOKWI SIMULATION

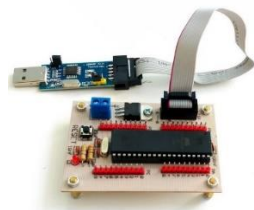
ABSTRACT

The development of learning media technology occurs very quickly in the industrial era 4.0. one application of learning media is the learning of the microcontroller system. One of these developments is research on learning media, one of which is Wokwi simulation-based learning media. The microcontroller system is a mini device that is packaged in the form of a chip. Separately installed memory for program code and memory for data to maximize work. Based on this study, the research aims to determine the stages of developing Wokwi-based simulation learning media and produce valid, practical, and effective Wokwi simulation-based learning media. The development of microcontroller learning media based on wokwi simulation which was developed using the ADDIE model development theory with 4 stages, namely (1) needs analysis, (2) Design, (3) Development, (4) Implementation. The results of this study indicate that the Wokwi simulation-based microcontroller learning media developed in the media and material aspects is in the very valid category to be used. The implementation of microcontroller learning media based on Wokwi Simulation received student responses in the very practical category in its use and student test results with N-Gain scores were in the high category. The conclusion of the data states that the microcontroller learning media based on Wokwi Simulation that has been developed is declared valid for use as well as practical and effective in its use.

Keywords: Learning Media, Microcontroller, ADDIE Model

PENDAHULUAN

Sistem mikrokontroler adalah perangkat mini yang dikemas dalam bentuk *chip*. Memori terpasang secara terpisah untuk kode program dan memori untuk data guna memaksimalkan kerja [1]. Instruksi dalam memori program dieksekusi dalam satu jalur, dan mengeksekusi satu instruksi mengambil instruksi berikutnya dari memori program. Konsep ini memungkinkan instruksi untuk dieksekusi dalam satu siklus *clock*. Dewasa ini, aplikasi mikrokontroler dalam industri berkembang sangat pesat sejalan dengan perkembangan teknologi dari sektor industri itu sendiri. Hal ini karena mikrokontroler dapat membantu industri dalam otomatisasi proses dan menciptakan cara yang lebih efektif untuk meningkatkan efisiensi produk.



Gambar 1. Sistem Mikrokontroler

Sistem *embedded* adalah kombinasi perangkat keras dan perangkat lunak komputer, baik dengan kemampuan tetap atau dapat diprogram, yang dirancang untuk fungsi tertentu atau fungsi dalam sistem yang lebih besar [2]. Mesin industri, perangkat industri pertanian, mobil, peralatan medis, kamera, peralatan rumah tangga, pesawat terbang, mesin penjual otomatis dan mainan, serta perangkat seluler, merupakan contoh yang memungkinkan untuk penerapan sistem *embedded*.

Secara umum, pengertian sistem *embedded* adalah sistem komputasi, tetapi sistem *embedded* bervariasi dari tidak memiliki antarmuka pengguna (UI) – misalnya, pada perangkat di mana sistem dirancang untuk melakukan tugas tunggal – hingga antarmuka pengguna grafis (GUI) yang kompleks, seperti di perangkat seluler [3]. Antarmuka pengguna dapat mencakup tombol, LED, sensor layar sentuh, dan lainnya. Beberapa sistem juga menggunakan antarmuka pengguna jarak jauh.

Media pembelajaran adalah sarana penyampaian pesan pembelajaran kaitannya dengan model pembelajaran langsung yaitu dengan cara guru berperan sebagai penyampai informasi dan dalam hal ini pendidik seharusnya menggunakan berbagai media yang sesuai [4]. Media pembelajaran adalah alat bantu proses belajar mengajar. Segala sesuatu yang dapat dipergunakan untuk merangsang pikiran, perasaan, perhatian dan

kemampuan atau ketrampilan pebelajar sehingga dapat mendorong terjadinya proses belajar.

Pendapat lain mengungkapkan bahwa dalam memilih media hendaknya memperhatikan kriteria-kriteria sebagai berikut [5]:

- Kemampuan mengakomodasikan penyajian stimulus yang tepat (visual dan/ atau audio)
- Kemampuan mengakomodasikan respon siswa yang tepat (tertulis, audio, dan/ atau kegiatan fisik)
- Kemampuan mengakomodasikan umpan balik
- Pemilihan media utama dan media sekunder untuk penyajian informasi atau stimulus, dan untuk latihan dan tes (sebaiknya latihan dan tes menggunakan media yang sama)
- Tingkat kesenangan (preferensi lembaga, guru, dan pelajar) dan keefektifan biaya.

Sejalan dengan perkembangan teknologi, maka media pembelajaran pun mengalami perkembangan melalui pemanfaatan teknologi itu sendiri. Berdasarkan teknologi tersebut, [6] mengklasifikasikan media atas empat kelompok, yaitu :

- Media hasil teknologi cetak.
- Media hasil teknologi audio-visual.
- Media hasil teknologi yang berdasarkan komputer.
- Media hasil gabungan teknologi cetak dan komputer.

Proses pembelajaran sering menampilkan gambar dilakukan untuk media yang paling umum dipakai [7]. Gambar merupakan bahasa yang umum, yang dapat dimengerti dan dinikmati dimana-mana. Oleh karena itu, pepatah Cina yang mengatakan bahwa sebuah gambar berbicara lebih banyak daripada seribu kata. Media gambar sesuai kelompoknya merupakan media visual dua dimensi pada bidang tidak transparan. Menurut [8] media gambar termasuk dalam bentuk visual berupa gambar representasi seperti gambar, lukisan, atau foto yang menunjukkan bagaimana tampaknya suatu benda.



Gambar 2. Media Pembelajaran

Hal yang lain diungkapkan bahwa dalam menggunakan media gambar ada dua cara yang

dapat ditempuh yaitu pertama, memproduksi sendiri berdasarkan rancangan (desain) yang telah dibuat sebelumnya dan kedua, dengan memanfaatkan bahan yang dapat diperoleh dari internet, buku, jurnal, majalah dan bahan cetak lainnya.

Media pembelajaran merupakan bagian penting dalam pelaksanaan pendidikan di sekolah [9]. Melalui media pembelajaran guru akan lebih mudah dalam menyampaikan materi dan siswa akan lebih terbantu dan mudah belajar. Media pembelajaran adalah perantara yang membawa pesan atau informasi antara sumber dan penerima. Media pembelajaran atau materi pembelajaran secara garis besar terdiri dari pengetahuan, keterampilan dan sikap yang harus dipelajari oleh siswa dalam rangka mencapai standar kompetensi yang telah ditentukan [10].

Prinsip-prinsip dalam pemilihan materi pembelajaran meliputi: (a) prinsip relevansi, (b) konsistensi, dan (c) kecukupan [11]. Prinsip relevansi artinya materi pembelajaran hendaknya relevan memiliki keterkaitan dengan pencapaian standar kompetensi dan kompetensi dasar. Prinsip konsistensi artinya adanya keajegan antara bahan ajar dengan kompetensi dasar yang harus dikuasai siswa. Prinsip kecukupan artinya materi yang diajarkan hendaknya cukup memadai dalam membantu siswa menguasai kompetensi dasar yang diajarkan. Materi tidak boleh terlalu sedikit, dan tidak boleh terlalu banyak. Jika terlalu sedikit akan kurang membantu mencapai standar kompetensi dan kompetensi dasar. Sebaliknya, jika terlalu banyak akan membuang-buang waktu dan tenaga yang tidak perlu untuk mempelajarinya [12].

Menurut Abu Ahmadi simulasi (*simulation*) berarti tiruan atau suatu perbuatan yang bersifat pura-pura saja. Sebagai metode mengajar, simulasi dapat diartikan sebagai suatu kegiatan yang menggambarkan keadaan sebenarnya. Maksudnya ialah siswa (dengan bimbingan guru) melakukan peran dalam simulasi tiruan untuk mencoba menggambarkan kejadian yang sebenarnya. Maka didalam kegiatan simulasi, peserta atau pemegang peranan melakukan lingkungan tiruan dari kejadian yang sebenarnya. Metode pembelajaran simulasi merupakan metode pembelajaran yang membuat suatu peniruan terhadap sesuatu yang nyata, terhadap keadaan sekelilingnya (*state of affaris*) atau proses. Berdasarkan beberapa pendapat yang dikemukakan oleh beberapa ahli tersebut di atas, dapat dipahami bahwa metode simulasi merupakan suatu model pembelajaran yang dilaksanakan oleh guru dengan cara penyajian

Website atau *web* adalah halaman informasi yang ada di internet, dimana halaman tersebut

merupakan kumpulan komponen yang terdiri dari teks, gambar dan atau suara animasi [13]. Website merupakan suatu kesatuan dari berbagai elemen dan halaman yang dibuat sedemikian rupa sehingga informasi yang disampaikan tersusun dan teratur dengan baik.

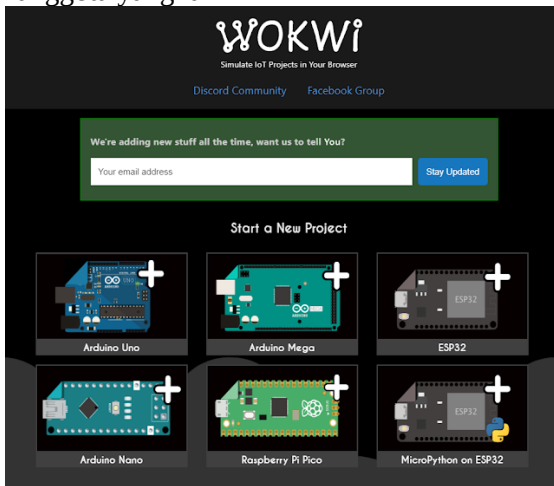
Mobile learning atau disebut dengan istilah *m-learning* merupakan pembelajaran bergerak yang memanfaatkan teknologi mobile sehingga peserta didik dapat belajar dimana pun tanpa adanya batasan waktu dan tempat [13]. *Hybrid learning* adalah kegiatan belajar mengajar yang dilakukan guru dengan peserta didik melalui daring dan luring [14]. Pada rangkaian pembelajaran, peran guru menjadikan peserta didik dapat menjadi partisipasi aktif dalam belajar supaya pembelajaran tidak berpusat pada penyampaian satu arah yaitu dari guru. Komposisi model *hybrid learning* dapat dikatakan memiliki perbandingan 50/50 dengan maksud penggunaan model daring dan luring sama dalam pembagian waktu belajar. Ada pula yang mendefinisikan dengan persamaan 75/25 yang diartikan bahwa penggunaan waktu untuk belajar dalam model daring lebih banyak daripada model pembelajaran langsung. Bisa diibaratkan belajar *online* dilakukan lima hari sedangkan belajar tatap muka satu hari dalam satu pekan. Sebelum menerapkan model *hybrid learning* dengan berbagai perbandingan waktu pelaksanaan perlu dipertimbangkan dari kemampuan peserta didik, tujuan yang ingin dicapai dalam proses belajar, kesiapan fisik dan psikologi peserta didik yang perlu diperhatikan, dan fasilitas yang mendukung dalam menerapkan model *hybrid learning*.

Wokwi adalah simulator Elektronik online. Dalam menggunakannya untuk mensimulasikan Arduino, ESP32, MicroPython, dan board dan sensor populer lainnya. Dengan menggunakan simulator online, dapat bereksperimen lebih mendalam [15]. Berikut merupakan beberapa keuntungan

1. Mulai sekarang: Tidak perlu menunggu komponen, atau mengunduh software. Tinggal membutuhkan kode untuk mulai mengkodekan proyek IoT dalam hitungan detik.
2. Tidak perlu takut salah: Tidak dapat merusak perangkat hardware, karena sistemnya virtual hardware.
3. *Unlimited Hardware*: Tidak perlu membeli hardware yang banyak. Gunakan banyak perangkat selama dibutuhkan, tanpa mengkhawatirkan harga dan persediaan.
4. *Komunitas Discord: Wokwi Discord Community*
5. *Wifi Simulation*: Sudah support untuk simulasi, dapat juga menggunakan protokol IoT seperti

MQTT, HTTP, NTP dan masih banyak protokol lainnya

6. *Virtual Logic Analyzer*: Dapat menggunakan tampilan layar seperti UART, I2C, SPI dan mampu menganalisa data yang telah diperoleh
7. *GDB Debugging: Support Debugger* untuk Arduino dan Raspberry Pi
8. *SD Card*: Simpan dan ambil file dan direktori dari kode yang telah dibuat. Dapat sharing ke anggota yang lain



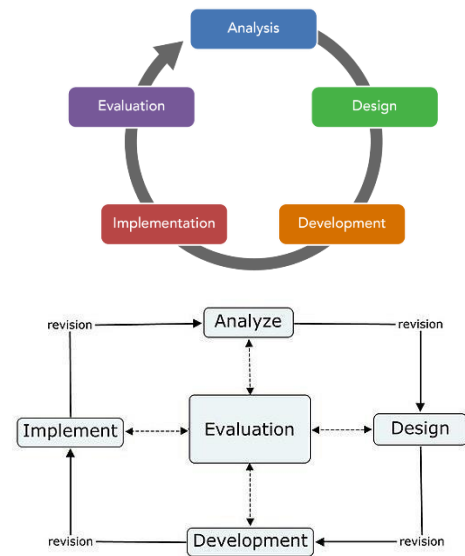
Gambar 3. Wokwi Simulation

METODE PENELITIAN

Jenis metode pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Research and Development (R&D)*. Metode (R&D) adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut. Penelitian ini mengembangkan media pembelajaran untuk pembelajaran mikrokontroler berbasis wokwi simulation.

Penilaian produk yang dikembangkan dilakukan uji validitas oleh ahli media dan ahli materi, kemudian uji praktis berupa angket respon peserta didik, sedangkan untuk uji keefektifan menggunakan metode eksperimen yaitu *Intact-Group Comparison*. Pada desain ini terdapat satu kelompok yang digunakan untuk penelitian, tetapi dibagi dua, yaitu setengah kelompok untuk eksperimen (yang diberi perlakuan) dan setengah untuk kelompok kontrol (yang tidak diberi perlakuan).

Model pengembangan yang digunakan adalah Model ADDIE. Model ADDIE memiliki tahapan yang sistematis, dan lebih rasional yaitu terdiri dari lima tahap: *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation*.



Gambar 4. Model ADDIE

Subjek ujicoba pengembangan media pembelajaran wokwi simulator ini adalah peserta didik jurusan pendidikan sebanyak 32 orang kemudian dibagi menjadi dua kelompok yaitu 16 orang untuk kelompok eksperimen dan 16 orang untuk kelompok kontrol. Untuk sampel ujicoba yang diambil menggunakan teknik *Purposive Sample*. *Purposive Sample* adalah teknik memilih sampel dengan didasarkan pertimbangan-pertimbangan tertentu. Dengan pertimbangan dapat memudahkan peneliti dalam menjelajahi objek atau situasi yang diteliti.

Jenis data pada penelitian ini adalah data primer yang terdiri dari data kualitatif dan data kuantitatif. Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari sumbernya. Data kuantitatif diperoleh dari instrumen validasi, instrumen praktis, dan instrumen efektivitas. Sedangkan data kualitatif diperoleh dari saran dan masukan dari responden.

Instrumen validitas yang digunakan untuk pengumpulan data validitas berupa angket validasi ahli media dan angket validasi ahli materi, Instrumen pengumpulan data praktikalitas berupa angket respon guru pembimbing dan peserta didik, dan Instrumen pengumpulan data efektivitas berupa hasil tes ujian yang valid dan reliabel.

1. Analisis Validitas

Data validasi media pembelajaran diperoleh dari para ahli (*expert judgement*) yaitu oleh validator dari ahli media dan ahli materi yang memberikan masukan – masukan, kemudian masukan-masukan ini dianalisis dan digunakan dalam rangka perbaikan media pembelajaran yang dikembangkan. Analisis validasi media pembelajaran berbasis *web* menggunakan langkah-langkah berikut:

- Menentukan kriteria skor jawaban sebagai berikut: 5 = sangat baik, 4 = baik, 3 = cukup baik, 2 = kurang baik, 1 = tidak baik.
- Pemberian nilai kevalidan dengan rumus Aiken's:

$$V = \sum s / [n(c - 1)] \quad (1)$$

Tingkat kevalidan ditentukan dengan rentang angka V yang didapat akan diperoleh antara 0 sampai 1,00 sehingga untuk rentang $\geq 0,667$ dapat diinterpretasikan sebagai koefisien V yang cukup tinggi, sehingga bisa dikategorikan bahwa kategori validitasnya berada dalam kategori "valid".

2. Analisis Kepraktisan

Data kepraktisan media pembelajaran diperoleh dari angket peserta didik terhadap media pembelajaran untuk pembelajaran mikrokontroler berbasis *wokwi simulation*. Adapun analisis data kepraktisan media pembelajaran berbasis *web* menggunakan langkah-langkah berikut:

- Menentukan kriteria skor jawaban menggunakan skala likert 5 = sangat setuju, 4 = setuju, 3 = kurang setuju, 2 = tidak setuju, 1 = sangat tidak setuju
- Menjumlahkan nilai seluruh aspek yang dinilai.
- Menghitung persentase kepraktisan dengan menggunakan rumus:

$$P = \frac{\sum f}{N} \times 100\% \quad (2)$$

- Menentukan kategori kepraktisan menggunakan penilaian skala lima dengan acuan pengubahan skor menurut kriteria kategori kepraktisan sebagai berikut:

TABEL 1. KATEGORI KEPRAKTISAN

No	Persentase	Kategori
1	90%-100%	Sangat Praktis
2	80%-90%	Praktis
3	65%-80%	Cukup Praktis
4	55%-65%	Kurang Praktis
5	0%-55%	Tidak Praktis

Untuk memperoleh kesimpulan melalui analisis deskriptif digunakan rumus sebagai berikut:

$$V - ah = \frac{Tse}{Tsh} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

V-ah = Validasi Ahli

Tse = Total skor empirik yang dicapai berdasarkan penilaian ahli

Tsh = Total skor yang diharapkan

3. Analisis Efektivitas

Pengujian efektivitas ini terdapat satu kelompok subjek penelitian yang kemudian dibagi menjadi dua kelompok yaitu kelompok kontrol dan kelompok eksperimen kemudian diberikan tes ujian (*post-test*). Dari data yang diperoleh, kemudian

dilakukan perbandingan hasil *post-test* kelompok eksperimen dan hasil *post-test* kelompok kontrol. Media pembelajaran dikatakan efektif apa efektif apabila hasil *post-test* kelompok eksperimen lebih tinggi daripada hasil *post-test* kelompok kontrol.

Perbandingan hasil *post-test* dan persentase ketuntasan klasikal dari kelompok kontrol dan kelompok eksperimen akan menjadi indikator yang menentukan tingkat ketercapaian atau efektivitas dari media yang dikembangkan [16].

TABEL 2. KATEGORI KEEFEKTIVAN

No	Persentase	Kategori
1	90%-100%	Sangat Efektif
2	80%-90%	Efektif
3	65%-80%	Cukup Efektif
4	55%-65%	Kurang Efektif
5	0%-55%	Tidak Efektif

Untuk memperoleh kesimpulan melalui analisis deskriptif digunakan rumus sebagai berikut:

$$R - mahasiswa = \frac{Tse}{Tsh} \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan:

R-mahasiswa = Validasi Ahli

Tse = Total skor empirik yang dicapai berdasarkan angket mahasiswa

Tsh = Total skor yang diharapkan

Lembar test berupa *pre-test* dan *post-test* diberikan kepada mahasiswa untuk mengukur keberhasilan dari implementasi media pembelajaran mikrokontroler berbasis *wokwi simulation* yang dikembangkan akan dianalisis secara deskriptif dengan memperlihatkan nilai mahasiswa sebelum dan sesudah implementasi media pembelajaran mikrokontroler berbasis *wokwi simulation*. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan rumus N-Gain sebagai berikut:

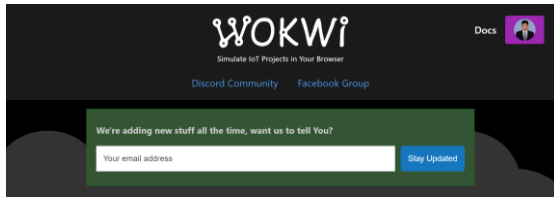
$$N - Gain = \frac{Skor Posttest - Skor Pretest}{Skor Maksimum - Skor Pretest} \quad (5)$$

TABEL 3. KATEGORI PEROLEHAN SKOR N-GAIN

Batasan	Kategori
$g > 0,7$	Tinggi
$0,3 < g \leq 0,7$	Sedang
$g \leq 0,3$	Rendah

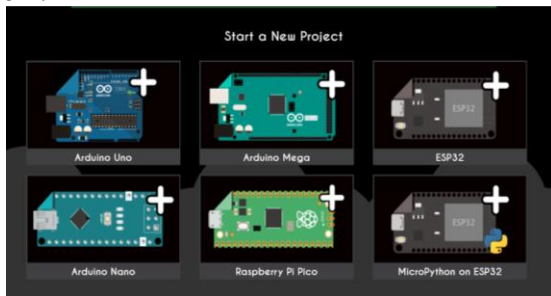
HASIL DAN PEMBAHASAN

Media pembelajaran yang dibuat dan dikembangkan dalam penelitian ini berupa sebuah media pembelajaran sistem mikrokontroler berbasis *hybrid learning* menggunakan *wokwi simulation*.



Gambar 5. Tampilan halaman awal Wokwi Simulation

Tampilan Awal *wokwi simulation* memudahkan kita dalam melakukan *login* ke akun masing-masing pengguna sehingga peserta didik sangat mudah untuk melakukan login dengan menggunakan akun gmail masing-masing peserta didik.



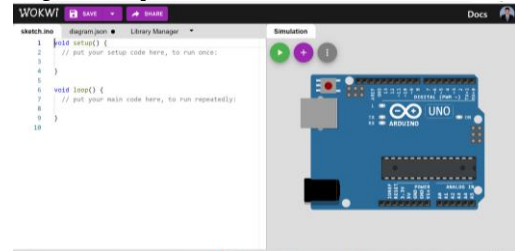
Gambar 6. Tampilan Proyek Wokwi Sumulation

Media ini selain bisa dilakukan pembelajaran secara online maupun offline dan mendukung interaksi dan komunikasi pendidik dengan peserta didik baik secara klasikal dan individual, media juga dijadikan sebagai ujicoba setiap percobaan yang dilakukan pada mikrokontroler serta dapat diakses dimana saja menggunakan *web browser*. Media ini juga telah dilengkapi ruang komunitas yang memungkinkan peserta didik untuk mempublish hasil kerja serta melakukan pengamatan terhadap hasil kerja dari peserta didik lainnya sehingga perbaikan dan perkembangan dalam pengembangannya sangat cepat.

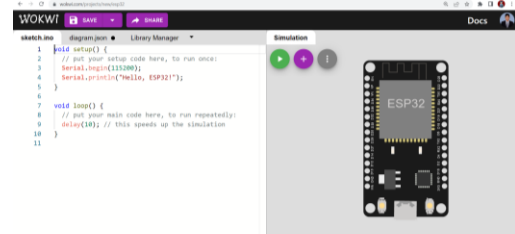


Gambar 7. Sampul Modul

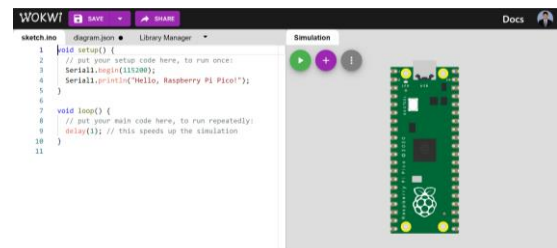
Media pembelajaran mikrokontroler berbasis *wokwi simulation* memiliki dua ruang kerja dimana ruang kerja tersebut antara lain ruang pemrograman dan ruang merangkai mikrokontroler dengan interface input output yang tersedia pada program. Perancangan menggunakan *wokwi simulation* sangat mendukung pembelajaran mikrokontroler dengan berbagai fitur yang sangat mendukung dalam pembelajaran.



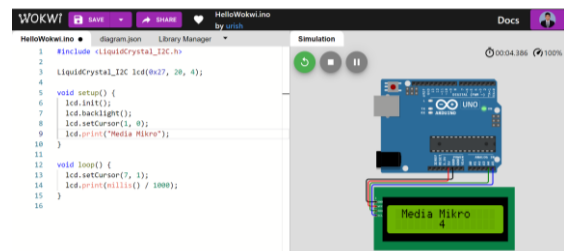
Gambar 8. Tampilan perancangan *hardware* dan *software wokwi simulation*



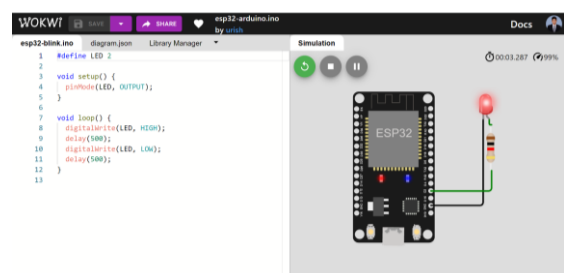
Gambar 9. Tampilan mikrokontroler ESP 32



Gambar 10. Tampilan Rasberry Pico



Gambar 11. Contoh Percobaan Arduino Uno



Gambar 12. Contoh Percobaan ESP 32

Media Pembelajaran dibuat berdasarkan dari capaian pembelajaran (CP) Materi yang diambil untuk menjadi sumber materi yang sesuai dengan kebutuhan dirangkum dari kompetensi keahlian sistem mikrokontroler. Materi yang terangkum tersebut adalah materi pada mata kuliah sistem mikrokontroler. Modul/Langkah kerja memuat indikator pencapaian yang kemudian disusun dalam 1 materi dasar pengantar mikrokontroler dan 8 modul / 8 percobaan praktik mikrokontroler yaitu :

1. Materi Pengantar Mikrokontroler
2. Percobaan I | Antarmuka Interface Data Digital
3. Percobaan II | Antarmuka Interface Data Analog
4. Percobaan IV | Antarmuka LED
5. Percobaan V | Antarmuka Push Button
6. Percobaan VI | Antarmuka Motor Servo
7. Percobaan VII | Antarmuka LCD
8. Percobaan VIII | Antarmuka Sensor Suhu

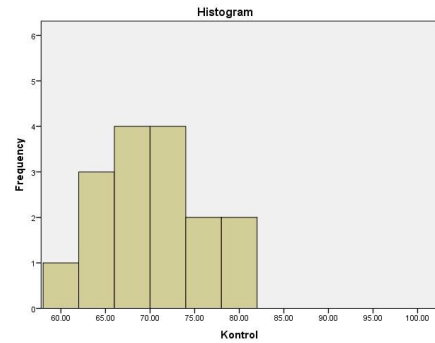
TABEL 3. HASIL VALIDASI MEDIA DAN VALIDASI MATERI

No	Aspek	Jumlah Butir	Total Skor			Kategori
			V1	V2	R	
1	Media	24	94	92	93	Valid
2	Materi	16	91	93	92	Valid

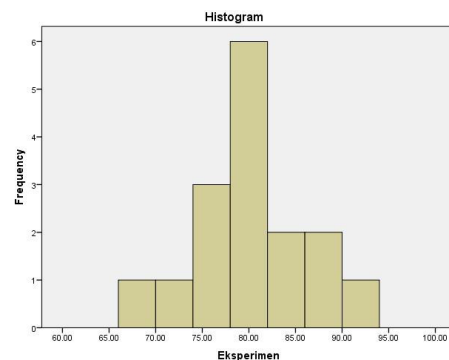
Berdasarkan hasil perhitungan lembar validasi media, maka diperoleh nilai akhir validitas untuk media yaitu rata-rata 93 dan diperoleh nilai akhir validitas untuk materi yaitu rata-rata 92, artinya media dan materi dinyatakan dalam kategori “valid”.

Persentase Kepraktisan media secara keseluruhan dapat dihitung dari rata-rata persentase praktikalitas yang diperoleh dari angket respon guru dan angket respon peserta didik yaitu sebesar 88,4%. Nilai persentase berada pada rentang 80% – 90%, sehingga kepraktisan media secara keseluruhan dinyatakan “**praktis**” untuk digunakan peserta didik.

Perbandingan hasil *post-test* kelompok kontrol dan kelompok eksperimen juga dapat diketahui dari histogram hasil SPSS 23 pada Gambar 11. bahwa pada kelompok kontrol ada peserta yang mencapai nilai 60, dua peserta pada kelompok kontrol mencapai nilai 80 dan tidak ada satupun peserta dari kelompok kontrol yang mencapai nilai *post-test* diatas 80. Sementara, pada Gambar 12. dapat diketahui bahwa ada peserta dari kelompok eksperimen yang mencapai nilai 84, nilai 88, dan nilai 96, dan tidak ada satupun peserta dari kelompok eksperimen yang memperoleh nilai *post-test* dibawah 65.



Gambar 13. Histogram Hasil *Post-test* Kelompok Kontrol



Gambar 14. Histogram Hasil *Post-test* Kelompok Eksperimen

Hasil *post-test* kelompok eksperimen lebih baik dari pada kelompok kontrol, sehingga dapat diperoleh kesimpulan bahwa penggunaan media pembelajaran mikrokontroler berbasis *wokwi simulation* memberikan pengaruh yang positif, baik dan efektif mampu membantu mengatasi kesulitan dalam proses pembelajaran secara daring maupun luring serta meningkatkan hasil belajar.

Berdasarkan data skor tertinggi pada *pretest* adalah 66,67 dengan rata-rata skor mahasiswa adalah 47,01, dan pada *posttest* diperoleh skor tertinggi adalah 96,6 dengan rata-rata skor mahasiswa adalah 79,82. Dari data tersebut maka nilai *N-Gain* dapat dihitung seperti berikut.

$$N - Gain = \frac{\text{Skor Posttest} - \text{Skor Pretest}}{\text{Skor Maksimum} - \text{Skor Pretest}} \quad (6)$$

$$N - Gain = \frac{87,1 - 43,8}{100,0 - 43,8} = 0,77$$

Perhitungan tersebut diperoleh nilai *N-Gain* sebesar 0,77 atau dalam kategori tinggi, sehingga dapat disimpulkan bahwa Media pembelajaran mikrokontroler berbasis *wokwi simulation* telah efektif dalam penggunaannya.

SIMPULAN

1. Pengembangan Media pembelajaran mikrokontroler berbasis *wokwi simulation* dikembangkan menggunakan 4 tahapan yaitu

- (1) analisis kebutuhan, (2) Desain, (3) Pengembangan, (4) Implementasi.
 2. Media pembelajaran mikrokontroler berbasis *wokwi simulation* telah dinyatakan valid atau layak dibuktikan dengan penilaian 2 ahli materi dan media, serta telah dinyatakan praktis berdasarkan respon dari peserta didik.
 3. Media pembelajaran mikrokontroler berbasis *wokwi simulation* telah dinyatakan efektif dibuktikan dengan hasil *pre-test* dan *post-test* kelas kontrol dan kelas eksperimen dengan *N-Gain* sebesar 0,77 atau dalam kategori tinggi.
- DAFTAR PUSTAKA**
- [1] H. Jaya, M. Y. Abd Djawad, S. T. Saharuddin, S. T. Sutarsi Suhaeb, And A. M. Idhar, "Embedded System And Robotics," Buku Ajar. Universitas Negeri Makassar, 2017.
 - [2] F. J. Kaunang Et Al., Konsep Teknologi Informasi. Yayasan Kita Menulis, 2021.
 - [3] Z. R. Mair, Teori Dan Praktek Sistem Operasi. Deepublish, 2018.
 - [4] M. Abi Hamid Et Al., Media Pembelajaran. Yayasan Kita Menulis, 2020.
 - [5] A. Arsyad, Media Pembelajaran Jakarta: Raja Grafindo Persada. 2002.
 - [6] A. Arsyad, "Media Pembelajaran." Jakarta: Pt Raja Grafindo Persada, 2011.
 - [7] F. Yuanta, "Pengembangan Media Video Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Sosial Pada Siswa Sekolah Dasar," Trapsila: Jurnal Pendidikan Dasar, Vol. 1, No. 02, Pp. 91–100, 2020.
 - [8] S. Pandiangan, "Penerapan Media Gambar Peristiwa Untuk Meningkatkan Kemampuan Menulis Teks Eksplanasi Fenomena Sosial," Jurnal Teknologi Pendidikan (Jtp), Vol. 13, No. 1, Pp. 68–76, 2020.
 - [9] E. Munisah, "Pengelolaan Media Pembelajaran Sekolah Dasar," Jurnal Elsa, Vol. 18, No. 1, Pp. 23–32, 2020.
 - [10] S. Aisyah, E. Noviyanti, And T. Triyanto, "Bahan Ajar Sebagai Bagian Dalam Kajian Problematika Pembelajaran Bahasa Indonesia," Jurnal Salaka: Jurnal Bahasa, Sastra, Dan Budaya Indonesia, Vol. 2, No. 1, 2020.
 - [11] K. Romansyah, "Pedoman Pemilihan Dan Penyajian Bahan Ajar Mata Pelajaran Bahasa Dan Sastra Indonesia," Logika Jurnal Ilmiah Lemlit Unswagati Cirebon, Vol. 17, No. 2, Pp. 59–66, 2016.
 - [12] I. Magdalena, T. Sundari, S. Nurkamilah, N. Nasrullah, And D. A. Amalia, "Analisis Bahan Ajar," Nusantara, Vol. 2, No. 2, Pp. 311–326, 2020.
 - [13] A. D. Samala, B. R. Fajri, And F. Ranuharja, "Desain Dan Implementasi Media Pembelajaran Berbasis Mobile Learning Menggunakan Moodle Mobile App," Jurnal Teknologi Informasi Dan Pendidikan, Vol. 12, No. 2, Pp. 13–20, 2019.
 - [14] M. Makhin, "Hybrid Learning Model Pembelajaran Pada Masa Pandemi Di Sd Negeri Bungurasih Waru Sidoarjo," Mudir: Jurnal Manajemen Pendidikan, Vol. 3, No. 2, Pp. 95–103, 2021.
 - [15] D. U. Suwarno, "Simulation On The Effects Of The Arduino Pid Controller Parameters Using The Wokwi Online Simulator," In International Conference On Science And Technology Innovation (Icostec), 2022, Vol. 1, No. 1, Pp. 1–5.
 - [16] T. N. Akbar, "Pengembangan Multimedia Interaktif Ipa Berorientasi Guided Inquiry Pada Materi Sistem Pernapasan Manusia Kelas V Sdn Kebonsari 3 Malang," Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan, Vol. 1, No. 6, Pp. 1120–1126, 2016.