

## 1. LETTER OF ACCEPTANCE

No: 44/VOL.10 No.2/05/2026

Dear Muhammad Syafiq Ramdhan and Hari Anna Lastya

Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh

It's great pleasure that we notify you regarding the acceptance of your paper:

Paper ID : 35304

Title : ***Design of Arduino-Based Interactive Shift Register Learning Media for Digital Electronics Courses***

Has been **ACCEPTED** for publication in Circuit: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro in Volume 10 No 2, August 2026.

Congratulation! Thank you very much for contributing to Circuit.

Banda Aceh, Mei 18<sup>th</sup>, 2026



*Sadrina*  
Sadrina, M.Sc  
Editor in Chief



# Perancangan Media Pembelajaran Interaktif Shift Register Berbasis Arduino Pada Mata Kuliah Elektronika Digital

Muhammad Syafiq Ramdhan<sup>1</sup> Hari Anna Lastya<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh, Indonesia

e-mail: [220211043@student.ar-raniry.ac.id](mailto:220211043@student.ar-raniry.ac.id)<sup>1</sup> [hari.lastya@ar-raniry.ac.id](mailto:hari.lastya@ar-raniry.ac.id)<sup>2</sup>

---

Penyerahan:

Diterima:

Diterbitkan:

---

## *Abstract*

*In the era of Industrial Revolution 4.0, integrating advanced technology into vocational and technical education is essential to ensure students acquire applicable skills. One critical yet challenging topic in Digital Electronics is the shift register, which students often struggle to conceptualize due to its abstract nature. This study aims to design and validate an interactive learning media based on the Arduino Uno microcontroller and IC 74HC595 to visualize shift register operations in real-time. The research follows the 4D development model: Define, Design, Develop, and Disseminate. The developed media integrates 8 LEDs to represent physical bits and a 16x2 LCD I2C to display operational statuses, such as "Mode Membuang" (linear shift) and "Mode Berputar" (circular shift). Validation results from experts indicate a high level of feasibility, with a score of 89% from material experts and 80.5% from media experts, placing the device in the "Highly Feasible" category. This interactive tool is expected to bridge the gap between theory and practice, significantly enhancing students' cognitive understanding of digital logic.*

**Keywords:** *Interactive Learning Media, Shift Register, Arduino, Digital Electronics, 4D Model.*

## **Abstrak**

Di era Revolusi Industri 4.0, integrasi teknologi ke dalam dunia pendidikan menjadi suatu keharusan guna memastikan peserta didik menguasai keterampilan yang aplikatif. Salah satu materi yang krusial namun sering dianggap abstrak oleh mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro adalah *shift register* pada mata kuliah Elektronika Digital. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan memvalidasi media pembelajaran interaktif berbasis mikrokontroler Arduino Uno dan IC 74HC595 yang mampu memvisualisasikan operasi *shift register* secara *real-time*. Metode yang digunakan adalah *Research and Development (R&D)* dengan model pengembangan 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*). Media yang dikembangkan mengintegrasikan penggunaan 8 LED sebagai representasi bit fisik dan LCD 16x2 I2C untuk menampilkan informasi operasional seperti "Mode Membuang" dan "Mode Berputar". Hasil validasi dari ahli materi dan media menunjukkan persentase masing-masing sebesar 89% dan 80,5%, sehingga perangkat ini dinyatakan "Sangat Layak" digunakan sebagai alat bantu pembelajaran. Dengan pendekatan interaktif ini, diharapkan kesenjangan antara teori dan praktik dapat terjembatani untuk meningkatkan pemahaman kognitif mahasiswa dalam menganalisis logika digital.

**Kata Kunci:** Media Pembelajaran Interaktif, Shift Register, Arduino, Elektronika Digital, Model 4D.

## Pendahuluan

Perkembangan teknologi di era Revolusi Industri 4.0 menuntut transformasi dalam metode pembelajaran, khususnya pada bidang teknik elektro. Integrasi alat bantu pembelajaran yang inovatif sangat diperlukan untuk memastikan mahasiswa memiliki kompetensi praktis yang relevan [1]. Salah satu materi fundamental dalam mata kuliah Elektronika Digital adalah *shift register* (register geser), yang berfungsi sebagai penyimpan dan penggeser data biner dalam sistem digital. Meskipun materi ini sangat penting, banyak mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami cara kerja *shift register* karena sifatnya yang abstrak[2]. Proses internal perpindahan bit data tidak dapat diamati secara langsung pada rangkaian konvensional, sehingga mahasiswa sering kali kesulitan menghubungkan teori dengan realitas fisik. Oleh karena itu, diperlukan media yang mampu mengubah instruksi kode menjadi aktivitas perangkat keras yang dapat diobservasi secara langsung, guna memicu keterlibatan aktif mahasiswa dalam mengeksplorasi logika digital [3].

Dominasi metode ceramah dan simulasi perangkat lunak yang tidak memberikan pengalaman interaksi fisik secara langsung mengakibatkan rendahnya pemahaman mahasiswa terhadap konsep pergeseran data [4]. Penggunaan mikrokontroler Arduino menawarkan solusi efektif untuk membangun media pembelajaran yang interaktif dan dinamis. Arduino memiliki keunggulan berupa fleksibilitas dalam pemrograman serta kemampuan untuk mengontrol berbagai komponen *output* secara *real-time* [5]. Melalui integrasi LED sebagai indikator visual aliran data dan layar LCD sebagai penampil status operasional data biner, media pembelajaran ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang konkret mengenai prinsip kerja *shift register* [6].

Selain aspek visual, aspek interaktivitas pada media berbasis Arduino memungkinkan mahasiswa untuk melakukan modifikasi parameter secara instan. Kemampuan untuk mengubah input dan melihat perubahan output secara langsung memberikan umpan balik (*feedback*) yang sangat cepat dalam proses kognitif [7]. Hal ini tidak hanya mempermudah visualisasi bit, tetapi juga melatih kemampuan analisis teknis mahasiswa dalam mendiagnosis perilaku rangkaian logika sekuensial secara lebih mendalam[8].

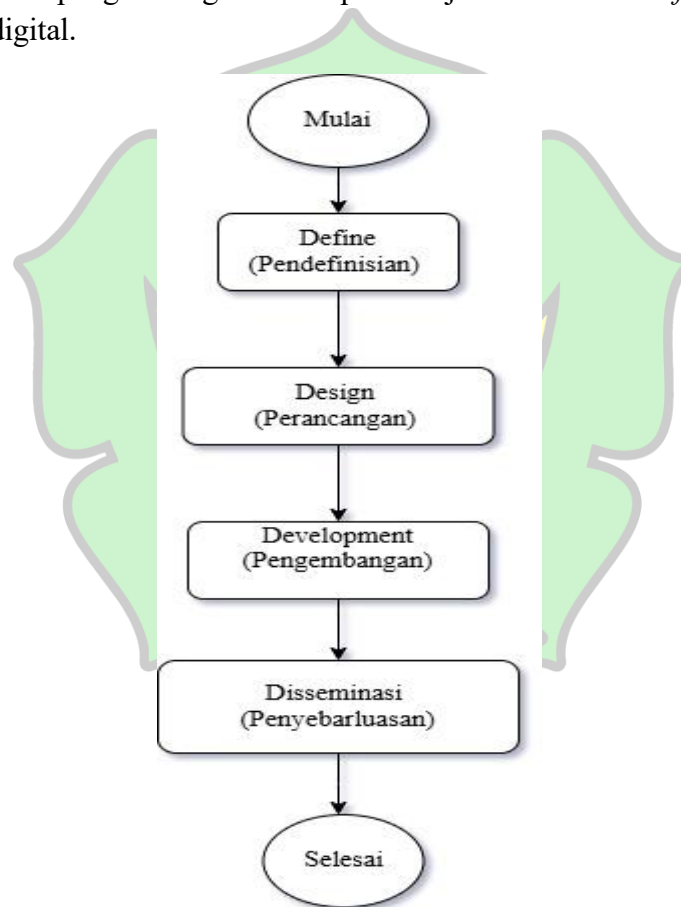
Penelitian ini merujuk pada tiga penelitian terdahulu, yaitu Susilo dan Kartiko (2020) yang fokus pada pengembangan media interaktif berbasis Arduino secara umum, Situmorang dkk. (2021) yang memvalidasi efektivitas *trainer kit* mikrokontroler untuk praktikum, serta Sari dan Wibowo (2021) yang mulai melakukan visualisasi *shift register* namun masih terbatas pada fungsi dasar. Penelitian-penelitian terdahulu belum secara spesifik mengintegrasikan fitur "Mode Membuang" dan "Mode Berputar" yang dikombinasikan dengan umpan balik instan melalui LCD I2C dalam satu alat peraga terpadu. Oleh karena itu, penelitian ini hadir untuk menutup celah tersebut dengan merancang alat peraga yang lebih komprehensif guna memvisualisasikan perbedaan logika data linear dan sirkular secara nyata bagi mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang media pembelajaran interaktif *shift register* berbasis Arduino. Pengembangan ini difokuskan untuk menghasilkan sebuah alat peraga untuk materi *shift register* dengan mudah, valid dan efektif

bagi mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro UIN Ar-Raniry. Dengan adanya visualisasi yang jelas dan interaktif, hambatan kognitif dalam memahami materi yang abstrak dapat teratasi, sehingga kualitas proses pembelajaran Elektronika Digital dapat meningkat secara signifikan. Melalui integrasi LED sebagai indikator visual aliran data dan layar LCD sebagai penampil status operasional, media pembelajaran ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang konkret mengenai prinsip kerja *shift register*. [9]-[10]

### Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development (R&D)* yang bertujuan untuk menghasilkan produk berupa *shift register* dan menguji keefektifan produk tersebut. Model pengembangan yang diterapkan adalah model 4D yang terdiri dari empat tahap utama yaitu: *Define* (Pendefinisian), *Design* (Perancangan), *Develop* (Pengembangan), dan *Disseminate* (Penyebaran) [11]. Pemilihan model ini didasarkan pada alurnya yang sistematis dan sangat cocok untuk pengembangan media pembelajaran interaktif *shift register* pada mata kuliah elektronika digital.



**Gambar 1.** Alur Penelitian Media Pembelajaran Interaktif

Adapun Keterangan dari tahapan alur penelitian Gambar 1 adalah sebagai berikut

#### 1. *Define*

Tahap ini, dilakukan analisis kurikulum awal untuk menetapkan kebutuhan penelitian. melakukan pencarian teori terkait *shift register*, cara kerja IC 74HC595, dan penggunaan Arduino. Untuk menemukan masalah dasar di kelas, yaitu sulitnya mahasiswa memvisualisasikan data biner yang abstrak, sehingga diperlukan sebuah alat peraga interaktif.

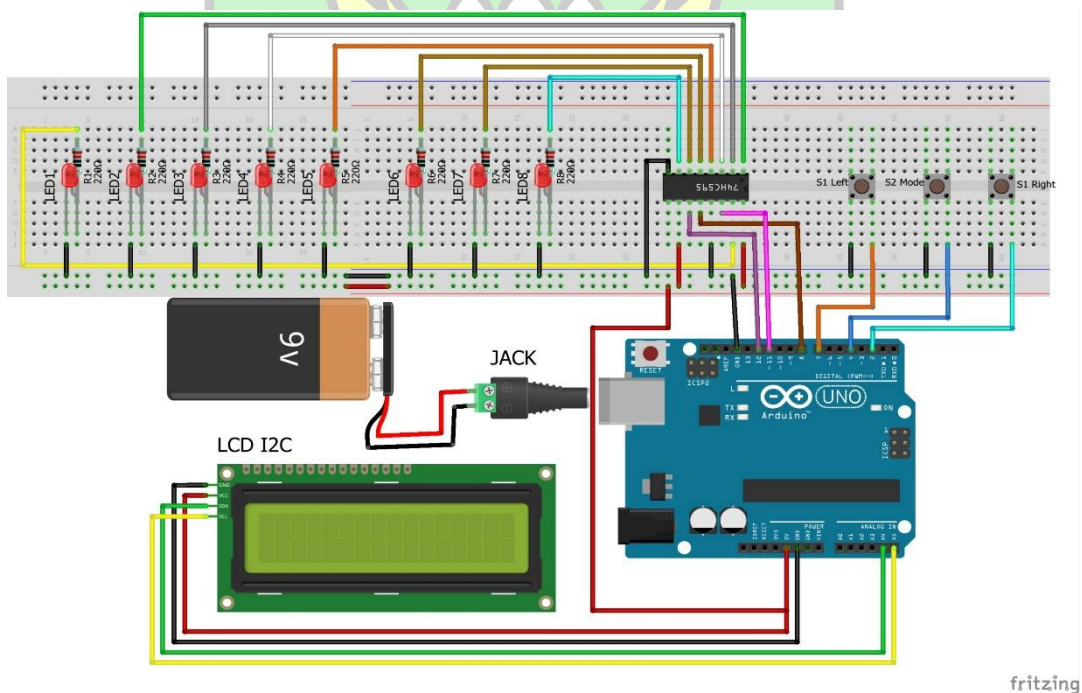
## 2. Design

Adapun komponen yang di gunakan yang akan dilakukan dalam perancangan media pembelajaran interaktif *shift register* yang ada pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Komponen Perancangan Media Pembelajaran *Shift Register*

No	Komponen	Jumlah
1	Arduino Uno	1 Buah
2	IC 74HC595	1 Buah
3	LCD+I2C	1 Buah
4	Push Button	3 Buah
5	LED	8 Buah
6	Resistor 220 ohm	8 Buah
7	Baterai 9v	1 Buah
8	Kabel	Secukupnya

Setelah mengetahui Komponen yang digunakan, di bawah ini Adalah sebuah skema rangkaian media pembelajaran interaktif *shift register* pada gambar 2.



**Gambar 2.** Skema Rangkaian Media Pembelajaran *Shift Register*

Tahap ini berfokus pada Skema Rangkaian ini dikendalikan oleh Arduino Uno sebagai otak utama yang terhubung ke tiga bagian penting. Pada bagian input, terdapat tiga tombol yang salah satu kakinya tersambung ke GND dan kaki lainnya ke pin digital Arduino, yaitu tombol Geser Kiri di Pin 7, tombol Geser Kanan di Pin 2 (dibaca secara *polling*), dan tombol Ganti Mode di Pin 4. Untuk bagian output, Arduino mengirimkan

data biner secara serial melalui Pin 11 (Data/DS), Pin 12 (Latch/ST\_CP), dan Pin 13 (Clock/SH\_CP) ke IC 74HC595, yang kemudian meneruskannya secara paralel lewat pin Q0 sampai Q7 untuk menyalakan 8 buah LED melalui resistor 220 Ohm, dengan kondisi daya IC diatur lewat Pin 8 dan 13 ke GND serta Pin 10 dan 16 ke VCC 5V. Sementara itu, bagian informasi visual menggunakan layar LCD I2C yang jalur komunikasinya dihubungkan langsung dari pin SDA ke Pin A4 dan pin SCL ke Pin A5 Arduino, serta pin dayanya terhubung ke jalur 5V dan GND rancangan awal media pembelajaran yang akan dikembangkan. Menghasilkan prototipe atau skema rancangan teknis yang siap untuk dirakit secara fisik dan Menghasilkan prototipe atau rancangan teknis yang siap untuk dirakit secara fisik.

### 3. *Development*

Setelah rancangan selesai, tahap berikutnya adalah mewujudkan alat tersebut dan menguji kualitasnya melalui Validasi Ahli. Merakit alat media pembelajaran interaktif. Produk yang sudah jadi kemudian dinilai oleh ahli materi dan ahli media pembelajaran dan untuk mendapatkan masukan, saran perbaikan, dan pernyataan kelayakan apakah media ini sudah benar secara teori dan layak secara fungsi untuk digunakan dalam pembelajaran

### 4. *Diseminasi*

Belum memperkenalkan penggunaan media pembelajaran *shift register*. Tetapi sudah di validasi oleh ahli materi dan media, tetapi belum memperkenalkan secara luas kepada mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Untuk melihat efektivitas media dalam meningkatkan pemahaman mahasiswa secara nyata serta membagikan hasil inovasi pembelajaran ini kepada lingkungan akademis.

### 5. Selesai

Tahap akhir yang menandai berakhirnya seluruh proses penelitian Perancangan media pembelajaran *Shift Register*.

Pengumpulan data melalui 2 orang dosen sebagai validasi ahli media dilakukan untuk menilai kelayakan desain fisik dan fungsionalitas sistem kontrol berbasis Arduino. Validator ahli media meninjau aspek-aspek teknis seperti tata letak komponen elektronik, kejelasan visual indikator LED, serta keterbacaan instruksi pada layar LCD. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa media pembelajaran interaktif tersebut aman digunakan dan memiliki antarmuka yang ramah bagi mahasiswa. Selain itu, ahli media juga menilai aspek estetika dan ketahanan alat peraga agar dapat digunakan dalam jangka waktu lama di laboratorium. Penilaian ini sangat penting untuk meminimalkan kendala teknis yang mungkin muncul saat proses praktikum Elektronika Digital berlangsung [12].

Selanjutnya, data dikumpulkan melalui 2 orang dosen sebagai validasi ahli materi guna memastikan kebenaran substansi konten mengenai logika pergeseran data biner. Ahli materi mengevaluasi kesesuaian antara operasi SIPO, PISO, dan SISO pada alat dengan kurikulum mata kuliah yang berlaku. Penilaian mencakup akurasi representasi bit pada alat peraga sehingga tidak menimbulkan miskonsepsi atau kesalahan pemahaman pada mahasiswa. Validator juga memeriksa kedalaman materi yang disajikan dalam modul pendukung agar sesuai dengan capaian pembelajaran yang diharapkan. Melalui validasi materi, media ini diharapkan memiliki landasan ilmiah yang kuat sebagai alat bantu pembelajaran konsep abstrak yang konkret [13].

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis data kuantitatif. Data dikumpulkan melalui pengisian lembar validasi oleh ahli materi untuk menilai akurasi konten logika *shift register* dan ahli media untuk menilai fungsionalitas teknis alat peraga berbasis Arduino[14].

Instrumen penelitian yang digunakan dalam pengembangan media pembelajaran ini terdiri dari lembar validasi materi dan lembar validasi media yang disusun menggunakan skala Likert untuk mengukur tingkat kelayakan produk secara kuantitatif[15]. Lembar validasi materi difokuskan pada aspek kesesuaian konten *shift register* dengan kurikulum, akurasi visualisasi biner pada LED, serta kejelasan operasional pada "Mode Membuang" dan "Mode Berputar". Sementara itu, instrumen untuk ahli media mencakup penilaian terhadap fungsionalitas teknis integrasi Arduino dan IC 74HC595, desain ergonomis media pembelajaran, keterbacaan informasi pada LCD I2C, serta aspek estetika tata letak komponen. Data yang diperoleh dari kedua instrumen ini kemudian diolah menggunakan rumus persentase kelayakan untuk menentukan apakah media tersebut masuk ke dalam kategori sangat layak, sesuai dengan standar metodologi penelitian pengembangan yang diterapkan [16].

Setelah seluruh data dari kedua validator terkumpul, peneliti melakukan analisis statistik deskriptif untuk menentukan persentase kelayakan produk secara keseluruhan. Setiap masukan berupa kritik dan saran dari para ahli dicatat dengan teliti untuk dijadikan rujukan dalam penyempurnaan media pembelajaran interaktif ini[17].

Persentase kelayakan media pembelajaran dapat dilihat dengan persamaan (1)

$$persentase = \frac{\text{jumlah nilai yang diperoleh}}{\text{jumlah nilai maksimum}} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

P = Persentase nilai yang diperoleh

F = Jumlah nilai yang diperoleh

N = Jumlah nilai maksimum

Hasil persentase kelayakan yang diperoleh selanjutnya diinterpretasikan berdasarkan kriteria kelayakan. Kriteria kelayakan alat peraga pembelajaran disajikan pada Tabel 2 [18].

**Tabel 2.** Kriteria Kelayakan

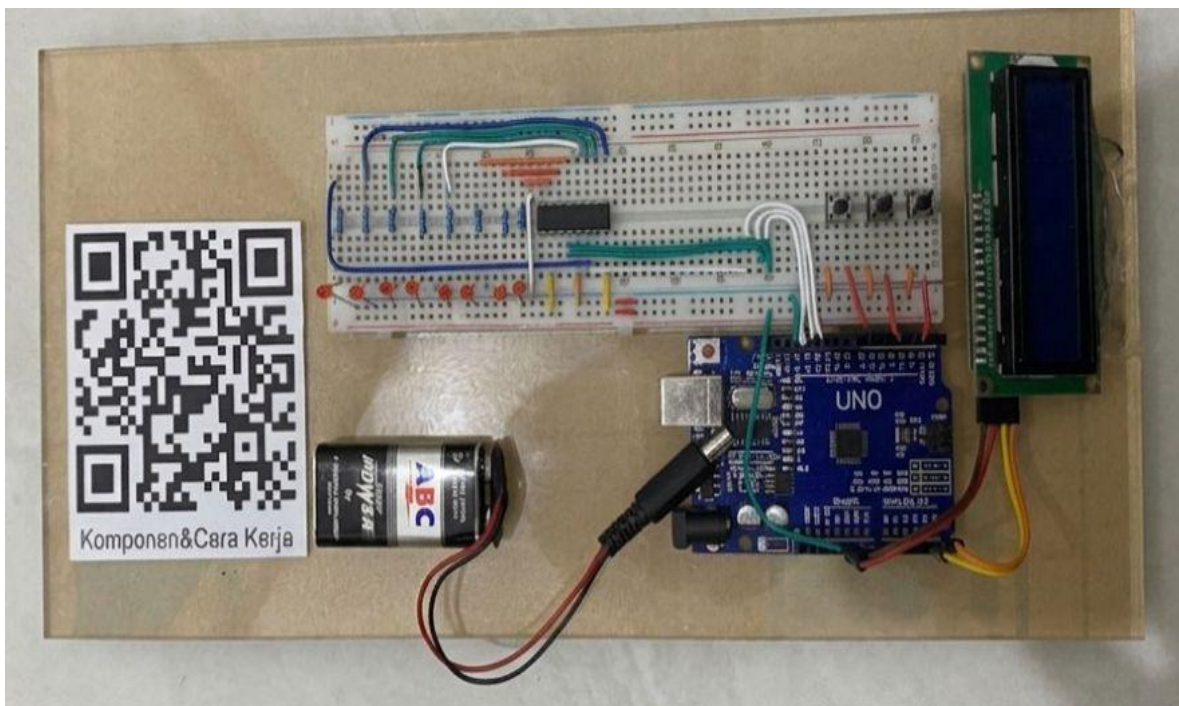
Kategori Kelayakan	Persentase (%)
Sangat layak	81-100
Layak	61-80
Cukup layak	41-60
Kurang layak	21-40
Tidak layak	0-20

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### 1. Hasil Penelitian

#### a. Hasil Perancangan

Hasil perancangan pada media pembelajaran ini mengintegrasikan beberapa komponen utama yang disusun secara sistematis di atas sebuah papan breadboard. Arduino Uno dipilih sebagai unit pemroses pusat karena fleksibilitasnya dalam mengolah logika program digital secara *real-time*. Komponen IC 74HC595 digunakan sebagai modul utama *shift register* yang bertanggung jawab untuk menggeser data biner sesuai dengan instruksi yang diberikan. Sebagai indikator visual, deretan lampu LED dipasang untuk mempresentasikan aliran bit data agar mahasiswa dapat mengamati pergerakan data secara fisik. Alat ini juga dilengkapi dengan layar LCD 16x2 yang berfungsi menampilkan informasi mengenai status input serta mode operasional yang sedang aktif, ditunjukkan pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Tampilan Alat *Shift Register* Berbasis Arduino Uno

Media Pembelajaran ini berfungsi sebagai media pendukung pembelajaran yang membantu mahasiswa dalam memahami konsep *shift register*. Dengan demikian, media pembelajaran ini tidak hanya berfungsi sebagai media demonstrasi, tetapi juga sebagai sarana untuk melatih kemampuan analisis dan pemecahan masalah mahasiswa dalam memahami konsep *shift register*.

#### b. Hasil Validasi Ahli

Validasi media pembelajaran dilakukan melalui proses validasi oleh ahli materi dan ahli media, Validasi ini dilakukan oleh 4 orang dosen Prodi Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh 2 dosen validasi materi dan 2 dosen validasi ahli media. Validasi ahli materi bertujuan untuk menilai kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran dan kurikulum mata kuliah Elektronika Digital. Sementara itu, validasi ini juga dilakukan untuk memastikan kelengkapan materi, kejelasan penyajian konsep SIPO (Serial In Paralel Output), dan keterkaitan antara materi dengan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai. Sementara itu, validasi ahli media bertujuan untuk menilai kelayakan alat dari aspek penyajian, kebahasaan, tampilan visual, kemudahan penggunaan, keamanan alat,

serta kebermanfaatannya dalam mendukung proses pembelajaran. Hasil validasi yang diperoleh dari ahli materi dan ahli media kemudian dianalisis secara kuantitatif untuk menentukan tingkat kelayakan perancangan alat *shift register* hasil penilaian dari ahli materi yang mencakup aspek kelayakan isi dan kesesuaian materi terhadap kebutuhan pembelajaran pada mata kuliah Elektronika Digital disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil Validasi Ahli Materi

No	Indikator	Aspek Pertanyaan	Kriteria	
			Validator 1	Validator 2
1	Kesesuaian CPMK	Relevansi Elektronika Digital dengan Shift Register.	5	4
2		Kejelasan dan ketercapaian rumusan CPMK.	4	4
3		CPMK mencerminkan analisis & praktik mahasiswa.	5	4
4	Kesesuaian Sub-CPMK	Ketepatan penurunan Sub-CPMK dari CPMK utama.	5	4
5		Sub-CPMK sesuai tahapan belajar Shift Register.	4	4
6		Sub-CPMK dirumuskan secara operasional & terukur.	5	4
7	Kesesuaian Materi	Materi pembelajaran sesuai dengan Sub-CPMK.	4	4
8		Cakupan konsep SIPO, dalam materi.	5	3
9		Kedalaman materi untuk teori dan praktik.	4	5
10	Indikator Penilaian	Materi disajikan runtut (dasar ke aplikasi).	5	4
11		Hubungan teori dengan implementasi Arduino.	4	5
12		Contoh dan simulasi mendukung pemahaman konsep perpindahan bit	5	5
13	Metode	Bahasa yang digunakan sesuai dengan tingkat pemahaman mahasiswa	4	4
14		Kesesuaian bentuk dan metode pembelajaran.	5	4
15		Ketepatan penugasan terhadap materi.	5	4
16		Kesesuaian alokasi waktu pembelajaran.	4	5
17		Kejelasan indikator penilaian hasil belajar.	5	5
18		Kesesuaian instrumen penilaian dengan tujuan.	5	4

19	Kualitas Media	Kemampuan materi memotivasi minat belajar.	5	5
20		Kemutakhiran materi dengan teknologi terkini.	4	5
		Jumlah	<b>92</b>	<b>86</b>
		Presentase	<b>92</b>	<b>86</b>
		Persentase Keseluruhan	<b>89</b>	

Berdasarkan hasil validasi yang dilakukan oleh dua ahli materi menunjukkan bahwa perancangan *shift register* telah memenuhi kelayakan dari aspek kelengkapan materi dan kesesuaian dengan kebutuhan pembelajaran pada mata kuliah Elektronika Digital. Validasi ini dilakukan untuk memastikan kesesuaian isi materi, tujuan pembelajaran, serta ketepatan konsep Materi *shift register* dengan capaian pembelajaran mata kuliah, sehingga perancangan alat dapat dimanfaatkan sebagai media pendukung pembelajaran bagi mahasiswa. Berdasarkan hasil validasi yang dilakukan oleh dua orang ahli materi, media pembelajaran *shift register* dinilai memiliki tingkat kelayakan yang sangat tinggi dengan persentase sebesar 89%. Kritik dan Saran dari validasi materi tambahkan panduan alat yang digunakan dan lanjutkan ke tahap pengolahan data penelitian.

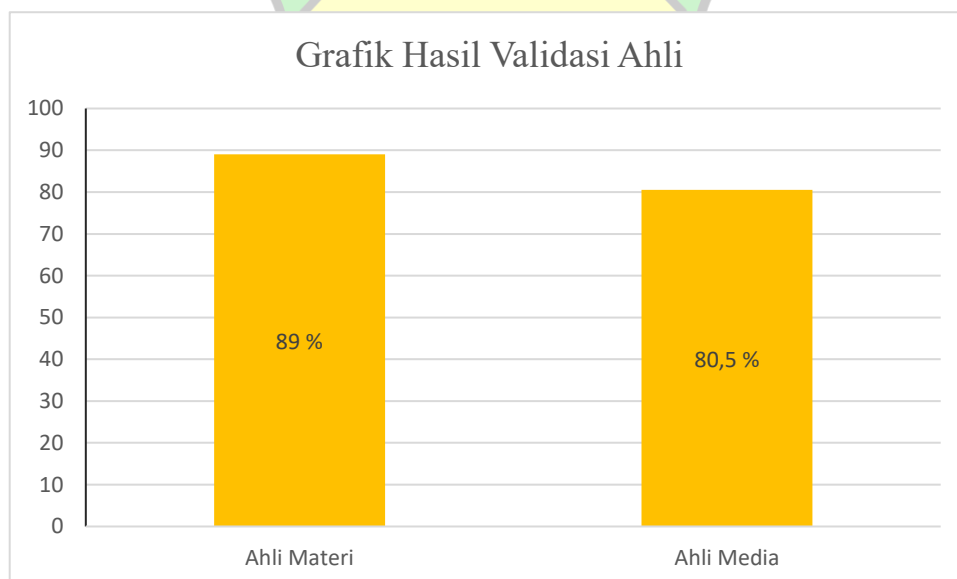
**Tabel 4.** Hasil Validasi Ahli Media

No	Indikator	Aspek Pertanyaan	Kriteria	
			Validator 1	Validator 2
1	Bentuk Media	Komponen utama media ditampilkan dengan jelas.	5	4
2		Media mudah dipahami oleh mahasiswa.	3	4
3		Media memuat komponen utama Arduino, IC Shift Register, LED, dan LCD	5	5
4		Efektivitas media sebagai alat bantu praktikum.	5	5
5		Media menyajikan konsep kerja secara nyata.	5	5
6		Desain media menarik perhatian mahasiswa	2	4
7	Tampilan Umum	Tata letak komponen rapi dan presisi.	2	3
8		Tampilan media sederhana & mudah dipahami.	2	4
9		Visualisasi LED membantu proses perpindahan bit.	5	5
10	Praktis	Keterbacaan informasi pada layar LCD i2C.	5	5
11		Alat dan bahan pembuatan mudah diperoleh.	5	4
12		Biaya pembuatan media relatif terjangkau.	5	4
13		Komponen mudah dipahami fungsinya	2	4

14		Ketahanan media untuk penggunaan berulang.	2	3
15	Teknis	Keamanan media saat kegiatan praktikum.	4	4
16		Fungsi media bekerja sesuai rancangan awal.	3	4
17		Prosedur operasional mudah dimengerti.	4	3
18		Media aman dioperasikan oleh mahasiswa (K3)	5	4
19	Kualitas Media	Nilai guna tinggi dalam materi Shift Register.	5	5
20		Kualitas media sebagai sarana edukasi.	3	5
Jumlah			<b>77</b>	<b>84</b>
Presentase			<b>77</b>	<b>84</b>
Persentase Keseluruhan			<b>80,5</b>	

Hasil validasi oleh ahli media menunjukkan persentase kelayakan sebesar 80,5%. Penilaian ini mencakup aspek tampilan media pembelajaran, kejelasan penyajian, kemudahan penggunaan, serta kebermanfaatan media dalam mendukung proses pembelajaran. Media pembelajaran *shift register* dinilai praktis, aman digunakan, serta dapat membantu mahasiswa memahami proses konversi biner secara lebih konkret meskipun pembelajaran dilakukan secara daring. Kritik dan Saran perlu dibuat panduan cara penggunaan alat, sehingga memudahkan penggunaan alat dan media pembelajaran ini ini dibuat lebih kokoh atau permanen sehingga komponen tidak mudah terlepas

Dengan demikian, berdasarkan hasil validasi ahli materi dan ahli media, media pembelajaran *shift register* dinyatakan sangat layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran pendukung pada mata kuliah Elektronika Digital. Media pembelajaran ini dapat dimanfaatkan sebagai sarana pembelajaran mandiri. Grafik hasil validasi ahli materi dan media dapat dilihat pada gambar 3.



**Gambar 3.** Grafik Hasil Validasi Materi dan Media

## 2. Pembahasan

Tujuan penelitian ini menunjukkan bahwa perancangan media pembelajaran interaktif *shift register* pada mata kuliah Elektronika Digital telah berhasil mencapai tujuan utamanya, yaitu memvisualisasikan konsep abstrak *shift register* melalui integrasi perangkat keras Arduino Uno dan IC 74HC595. Sejalan dengan tujuan tersebut, penelitian ini menerapkan metode *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*) untuk memastikan perangkat yang dihasilkan memiliki validitas akademik yang tinggi. Pada tahap pengembangan (*Develop*), efektivitas metode ini terbukti melalui perolehan skor validasi dari ahli materi sebesar 89% dan ahli media sebesar 80,5% yang menempatkan media pembelajaran interaktif dalam kategori "Sangat Layak". Penilaian objektif dari para ahli ini menjadi dasar kuat bahwa media yang dirancang telah sesuai dengan standar akademik perguruan tinggi. Melalui tahap validasi ini, hambatan kognitif mahasiswa dalam memahami konsep digital yang abstrak dapat diminimalisir melalui alat yang teruji.

Pada aspek validasi media, perolehan skor sebesar 80,5% menunjukkan bahwa fungsionalitas media pembelajaran interaktif ini sudah berjalan dengan baik dan efektif. Ahli media memberikan penilaian positif terhadap integrasi LCD I2C dan Arduino Uno yang mampu memberikan umpan balik instan kepada pengguna. Komponen pendukung seperti *push button* dan baterai 9V (Power Supply) dinilai telah terpasang secara ergonomis untuk memudahkan interaksi mahasiswa. Meskipun skornya sudah tergolong sangat layak, terdapat beberapa catatan mengenai estetika tata letak kabel jumper pada *breadboard* yang perlu dirapikan. Ahli media menyarankan agar peneliti memperhatikan ketahanan jangka panjang media pembelajaran jika digunakan secara terus-menerus oleh mahasiswa. Penyempurnaan pada bagian fisik alat akan semakin meningkatkan pengalaman belajar mahasiswa dalam mempraktikkan logika digital secara interaktif[19]. Secara teknis, media ini sudah siap menjembatani kesenjangan antara teori simulasi perangkat lunak dengan realitas perangkat keras[20].

Keunggulan penelitian media pembelajaran interaktif ini terlihat jelas saat pengoperasian mode "Membuang" yang menampilkan data biner secara akurat di layar LCD. Kemampuan visualisasi data biner seperti "01111000" secara langsung pada deretan LED memberikan bukti nyata dari implementasi konsep SIPO. Mahasiswa dapat melihat secara *real-time* bagaimana bit data bergeser dan tersimpan di dalam register melalui kontrol mikrokontroler. Fitur interaktif ini merupakan jawaban atas permasalahan keabstrakan materi yang sebelumnya menjadi kendala utama dalam pembelajaran konvensional. Dengan validasi sebesar 89% untuk materi, mahasiswa tidak perlu ragu terhadap kebenaran logika yang ditampilkan oleh media pembelajaran tersebut. Adanya layar LCD I2C juga memperjelas mode kerja yang sedang berlangsung sehingga mengurangi risiko kesalahan interpretasi data biner. Inovasi ini menciptakan ekosistem pembelajaran yang lebih dinamis dan responsif terhadap kebutuhan kompetensi teknik elektro saat ini. Mode Membuang memanfaatkan sifat asli IC 74HC595 yang bekerja secara linear, di mana data masuk melalui pin DS dan digeser keluar hingga hilang di ujung register (Q7) tanpa kembali lagi. Sebaliknya, Mode Berputar terjadi ketika Arduino mengambil bit yang hampir keluar dari IC tersebut dan mengirimkannya kembali ke pintu masuk data (pin DS) secara terus-menerus. Dengan kata lain, IC 74HC595 berfungsi sebagai pelaksana pergeseran fisik, sementara Arduino bertindak sebagai pengatur sirkulasi data agar pola biner pada LED tidak terputus.

## KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil membuat media pembelajaran interaktif *shift register* berbasis Arduino Uno dan IC 74HC595 untuk mata kuliah Elektronika Digital. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media pembelajaran *shift register* ini sangat efektif dalam memvisualisasikan perpindahan data biner secara *real-time*, baik melalui indikator LED maupun informasi pada layar LCD I2C. Berdasarkan analisis data kuantitatif, media ini dinyatakan "Sangat Layak" dengan perolehan skor validasi sebesar 89% dari ahli materi dan 80,5% dari ahli media. Integrasi fitur "Mode Membuang" (linear) dan "Mode Berputar" (sirkular) terbukti mampu menjembatani kesenjangan antara teori abstrak dengan realitas perangkat keras, sehingga menciptakan ekosistem pembelajaran yang lebih dinamis dan responsif terhadap kebutuhan kompetensi mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Kekurangan penelitian ini belum di seberluaskan kepada mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Bnda Aceh. Meskipun media pembelajaran ini dinyatakan sangat layak, terdapat beberapa keterbatasan teknis yang perlu diperhatikan. Dari sisi perangkat keras, estetika dan kerapian tata letak kabel *jumper* pada *breadboard* masih dinilai kurang teratur, sehingga berpotensi menyulitkan mahasiswa dalam memahami jalur rangkaian secara visual dan meningkatkan risiko lepasnya koneksi antar komponen. Selain itu, aspek ketahanan jangka panjang media pembelajaran *shift register* masih menjadi kendala karena penggunaan komponen yang bersifat terbuka dan ketergantungan pada baterai 9V sebagai sumber daya utama, yang dinilai kurang stabil dibandingkan penggunaan adaptor daya tetap. Dari sisi metodologi, cakupan penelitian ini masih terbatas pada tahap validasi ahli dan belum melakukan uji coba lapangan secara luas kepada mahasiswa untuk mengukur efektivitas media terhadap peningkatan hasil belajar secara langsung. Keterbatasan-keterbatasan ini memberikan peluang bagi penelitian selanjutnya untuk mengembangkan alat yang lebih permanen dengan penggunaan PCB (*Printed Circuit Board*) dan sistem *casing* yang lebih ekonomis.

## REFERENSI

- [1] Arsyad, A. (2020). *Media Pembelajaran*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- [2] Sari, R. P., & Wibowo, A. (2021). Visualisasi Shift Register Menggunakan Arduino sebagai Media Pembelajaran. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 4, 55–63.
- [3] Susilo, H., & Kartiko, I. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Arduino pada Mata Kuliah Elektronika. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 9, 89–95.
- [4] Situmorang, M., Harahap, F., & Silaban, S. (2021). Pengembangan Trainer Kit Mikrokontroler Berbasis Arduino untuk Pembelajaran Teknik Elektronika. *Jurnal Teknologi dan Pembelajaran*, 9(1), 45–52.
- [5] Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- [6] Widodo, R., & Fitriyah, N. (2024). Efektivitas Penggunaan Media Arduino dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Rangkaian Digital. *Jurnal Teknologi Pembelajaran*, 7, 25–33.
- [7] Wulandari, B., Ardiansyah, F., Eosina, P., & Fajri, H. (2019). Perancangan Sistem Kontrol Digital Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Teknik Elektro*.
- [8] Riduwan. (2015). *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- [9] Fuada, S. (2017). Control System Design for Digital IC Based Cracker Dryer Prototype

Using Proteus 7.0 Software. *Stun Comput. Telecommun. Syst.*, 6(1), 88–96.

- [10] Syaiful, M. (2022). Penggunaan Modul Arduino Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Mikroprosesor. *Hexatech: Jurnal Teknik dan Sains*, 1(01), 34–38.
- [11] Saifuddin Azwar. (2016). Reliabilitas dan Validitas. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- [12] Fashbir is. (2025) Desain Alat Peraga Pembangkit Energi Listrik Tenaga Air Untuk Siswa Berkebutuhan Khusus . *Circuit: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro* 2025.
- [13] Amanda Hana Agusti & Ari Nurul Alfian. (2023) Multimedia Development Life Cycle Dan User Acceptance Test Pada Media Pembelajaran Interaktif Rumus Matematika. *Bina Insani Ict Journal*. Vol.9, no. 2
- [14] Widodo, R., & Fitriyah, N. (2024). Efektivitas Penggunaan Media Arduino dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Rangkaian Digital. *Jurnal Teknologi Pembelajaran*, 7, 25–33.
- [15] Wulandari, B, dkk. (2021). Perancangan Sistem Kontrol Digital Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Teknik Elektro*. Vol. 43. No. 3
- [16] Wahyu, S. T., dkk. (2023). Validasi Pakar dalam Pengembangan Trainer Kit Elektronika Digital di Perguruan Tinggi. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 10(2), 145-158.
- [17] Sugiyono, Metode Penelitian Pendidikan (Kuantitatif, Kualitatif, Kombinasi, R&D, dan Penelitian Pendidikan), (Yogyakarta: Alfabeta, 2019), 167.
- [18] Murtiningsi, dkk. Analysis of android-based game learning media needs on elementary thematic learning. *JURNAL KEPENDIDIKAN*. Vol. 6, No. 2
- [19] Fuada, S. (2017). Control System Design for Digital IC Based Cracker Dryer Prototype Using Proteus 7.0 Software. *Stun Comput. Telecommun. Syst.*, vol. 6 no.1
- [20] Amri Rahman & Taali. (2023) Simulator Rangkaian Mikrokontroler Arduino Uno sebagai Media Pembelajaran menggunakan Proteus. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, Universitas Negeri Padang. Vol 4. No. 1