

**LAPORAN MEDIA PEMBELAJARAN ICT**  
**MENDESAIN "GNOMON'S ECHO" UNTUK PEMBELAJARAN POLA BILANGAN**  
**PADA SISWA KELAS VIII SMP**

**KELOMPOK 5**



Oleh :

Misel Rajasyah Hadi Putra (23030174002)

Azzahra Cahyaning Martin (23030174142)

Fidyah Maulidah (23030174232)

Rahayu Sulistianingrum (23030174287)

Kelas :

PM 2023 A

**PROGRAM STUDI S1 PENDIDIKAN MATEMATIKA**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA**  
**2025**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga laporan pembuatan media pembelajaran ICT "Gnomon's Echo" ini dapat diselesaikan dengan baik. Media pembelajaran ini dikembangkan sebagai inovasi dalam pembelajaran matematika, khususnya untuk materi pola bilangan pada siswa kelas VIII SMP.

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah membawa perubahan signifikan dalam dunia pendidikan. Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran tidak lagi menjadi pilihan, tetapi telah menjadi kebutuhan mendesak untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. Dalam konteks pembelajaran matematika, penggunaan media interaktif berbasis ICT terbukti efektif dalam membantu siswa memahami konsep-konsep matematika yang abstrak menjadi lebih konkret dan mudah dipahami.

"Gnomon's Echo" hadir sebagai solusi inovatif untuk mengatasi kesulitan siswa dalam memahami konsep pola bilangan. Media ini menggabungkan pendekatan visual, interaktif, dan gamifikasi untuk menciptakan pengalaman belajar yang menarik dan bermakna. Dengan menggunakan Unity Engine sebagai *platform* pengembangan, media ini menyajikan serangkaian *puzzle* matematika yang dirancang khusus untuk membantu siswa memahami pola bilangan geometris seperti pola bilangan segitiga, persegi, persegi panjang, dan segi enam.

Laporan ini disusun untuk mendokumentasikan seluruh proses pengembangan media pembelajaran "Gnomon's Echo", mulai dari konseptualisasi, desain, implementasi, hingga penggunaan dalam pembelajaran matematika. Kami berharap laporan ini dapat memberikan kontribusi positif bagi pengembangan media pembelajaran berbasis ICT dan dapat menjadi referensi untuk penelitian serupa di masa mendatang.

Tim penyusun menyadari bahwa laporan ini masih memiliki kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan di masa mendatang.

Surabaya, 20 Mei 2025

Penulis

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penulisan .....	2
1.4 Manfaat Penulisan.....	3
BAB II DESAIN PEMBELAJARAN MATEMATIKA .....	5
2.1 Tujuan Pembelajaran.....	5
2.2 Deskripsi Media Pembelajaran.....	6
2.2.1 Konsep Dasar Media .....	6
2.2.2 Struktur dan Komponen Media .....	7
2.2.3 Fitur-Fitur Utama.....	7
2.2.4 Materi Pembelajaran yang Dicakup.....	8
2.2.5 Pendekatan Pedagogis.....	9
2.3 Pemilihan Media yang Digunakan .....	9
2.3.1 Analisis Platform dan Teknologi .....	9
2.3.2 Pertimbangan Pedagogis.....	10
2.3.3 Pertimbangan Teknis.....	10
2.3.4 Pertimbangan Praktis .....	11
2.3.5 Komparasi dengan Alternatif Lain .....	11
2.3.6 Integrasi dengan Tools Pendukung.....	12
BAB III PROSES PEMBUATAN DAN PENGGUNAAN MEDIA DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA .....	13
3.1 Alat dan Bahan yang Digunakan .....	13
3.2 Langkah-langkah Pembuatan Media .....	16
3.3 Penggunaan Media dalam Pembelajaran Matematika .....	26

<b>BAB IV PENUTUP .....</b>	<b>32</b>
<b>4.1 Kesimpulan .....</b>	<b>32</b>
<b>4.1.1 Aspek Desain dan Pengembangan.....</b>	<b>32</b>
<b>4.1.2 Aspek Pedagogis.....</b>	<b>32</b>
<b>4.1.3 Aspek Teknis.....</b>	<b>33</b>
<b>4.1.4 Aspek Dampak Pendidikan .....</b>	<b>33</b>
<b>4.2 Saran.....</b>	<b>34</b>
<b>4.2.1 Saran untuk Pengembangan Teknis .....</b>	<b>34</b>
<b>4.2.2 Saran untuk Implementasi Pedagogis .....</b>	<b>34</b>
<b>4.2.3 Saran untuk Penelitian dan Evaluasi .....</b>	<b>35</b>
<b>4.2.4 Saran untuk Keberlanjutan dan Skalabilitas .....</b>	<b>35</b>
<b>4.2.5 Saran untuk Perbaikan Berkesinambungan.....</b>	<b>36</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>37</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>39</b>

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pembelajaran matematika di tingkat Sekolah Menengah Pertama (SMP) seringkali menghadapi tantangan dalam menyampaikan konsep-konsep abstrak kepada siswa. Salah satu materi yang dianggap sulit oleh siswa adalah pola bilangan, khususnya pola bilangan geometris yang meliputi pola bilangan segitiga, persegi, persegi panjang, dan segi enam. Kesulitan ini terjadi karena siswa kesulitan memvisualisasikan hubungan antara representasi geometris dengan pola bilangan yang dihasilkan.

Penelitian yang dilakukan oleh (Wulandari dan Riajanto, 2021) menunjukkan bahwa kemampuan penalaran matematis siswa kelas VIII pada materi pola bilangan masih banyak yang belum optimal, dengan indikator yang paling jarang muncul adalah kemampuan menarik kesimpulan logis. Hal ini mengindikasikan perlunya pendekatan pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan penalaran matematis siswa dalam memahami pola bilangan.

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah membuka peluang besar untuk mengembangkan media pembelajaran yang lebih interaktif dan menarik. Penggunaan Unity 2D sebagai *platform* pengembangan media pembelajaran telah terbukti efektif dalam meningkatkan minat dan pemahaman siswa terhadap materi pembelajaran. Unity Engine menyediakan *tools* yang lengkap untuk mengembangkan aplikasi interaktif dengan antarmuka yang *user-friendly* dan kemampuan visualisasi yang canggih.

Gamifikasi dalam pembelajaran matematika telah menjadi tren yang signifikan dalam dunia pendidikan. Media *game* edukasi interaktif dalam pembelajaran matematika terbukti dapat meningkatkan pemahaman konsep dan motivasi belajar siswa. Pendekatan ini memungkinkan siswa untuk belajar sambil bermain, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih menyenangkan dan tidak membosankan.

Konsep “gnomon” dalam matematika kuno memiliki kaitan erat dengan pola bilangan geometris. Gnomon adalah bentuk yang ketika ditambahkan ke bentuk aslinya menciptakan bentuk baru yang serupa dengan bentuk asli namun lebih besar. Konsep ini sangat relevan dengan pemahaman pola bilangan persegi dan segitiga, di mana setiap suku dapat dipandang sebagai penambahan gnomon terhadap suku sebelumnya.

Berdasarkan analisis kebutuhan dan potensi teknologi yang ada, dikembangkanlah media pembelajaran "Gnomon's Echo" sebagai solusi inovatif untuk pembelajaran pola bilangan. Media ini menggabungkan visualisasi geometris, interaktivitas, dan pendekatan gamifikasi untuk membantu siswa memahami konsep pola bilangan dengan lebih mudah dan menyenangkan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam pengembangan media pembelajaran "Gnomon's Echo" adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang media pembelajaran ICT yang efektif untuk membantu siswa kelas VIII SMP memahami konsep pola bilangan geometris? Rumusan masalah ini mencakup aspek desain pembelajaran, pemilihan teknologi yang tepat, dan strategi penyampaian materi yang sesuai dengan karakteristik siswa SMP.
2. Bagaimana mengintegrasikan konsep gnomon dalam visualisasi pola bilangan untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap hubungan antara representasi geometris dan pola bilangan? Masalah ini berkaitan dengan aspek pedagogis dan pengetahuan konten matematika yang perlu diintegrasikan dalam media pembelajaran.
3. Bagaimana mengembangkan sistem interaktif berbasis Unity Engine yang dapat memberikan pengalaman belajar yang menarik dan bermakna bagi siswa? Rumusan ini fokus pada aspek teknis pengembangan media dan desain pengalaman pengguna.
4. Bagaimana mengimplementasikan sistem umpan balik dan penilaian yang dapat membantu siswa dalam proses belajar mandiri? Masalah ini berkaitan dengan aspek evaluasi pembelajaran dan sistem pembelajaran adaptif

## **1.3 Tujuan Penulisan**

Tujuan penulisan laporan ini adalah untuk:

1. Mendokumentasikan proses pengembangan media pembelajaran "Gnomon's Echo" secara komprehensif. Dokumentasi ini mencakup seluruh tahapan pengembangan mulai dari analisis kebutuhan, desain, implementasi, hingga evaluasi. Tujuan ini penting untuk memastikan transparansi proses pengembangan dan memungkinkan replikasi atau pengembangan lebih lanjut.
2. Menjelaskan landasan teoritis dan pedagogis yang menjadi dasar pengembangan media pembelajaran. Penjelasan ini meliputi teori pembelajaran matematika, prinsip-

prinsip desain media pembelajaran interaktif, dan integrasi teknologi dalam pendidikan matematika.

3. Menganalisis proses desain dan implementasi media pembelajaran berbasis Unity Engine. Analisis ini mencakup pertimbangan teknis, tantangan yang dihadapi, dan solusi yang diterapkan dalam pengembangan media.
4. Memberikan panduan praktis tentang penggunaan media "Gnomon's Echo" dalam pembelajaran matematika. Panduan ini dirancang untuk membantu pendidik dalam mengintegrasikan media pembelajaran ke dalam aktivitas pembelajaran di kelas.
5. Menyediakan referensi untuk pengembangan media pembelajaran serupa di masa mendatang. Laporan ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi peneliti dan pengembang media pembelajaran lainnya

#### **1.4 Manfaat Penulisan**

Manfaat yang diharapkan dari penulisan laporan ini meliputi:

1. Manfaat Teoritis Secara teoritis, laporan ini berkontribusi pada pengembangan konsep pengetahuan dalam bidang teknologi pendidikan, khususnya dalam pengembangan media pembelajaran matematika berbasis ICT. Laporan ini juga memperkaya literatur tentang penggunaan gamifikasi dalam pembelajaran matematika dan implementasi konsep visualisasi matematika dalam media digital.
2. Manfaat Praktis
  - a. Bagi Pendidik: Laporan ini menyediakan panduan praktis untuk menggunakan media pembelajaran interaktif dalam pembelajaran pola bilangan, serta memberikan wawasan tentang integrasi teknologi dalam pembelajaran matematika.
  - b. Bagi Siswa: Media pembelajaran yang dikembangkan memberikan alternatif cara belajar yang lebih menarik dan interaktif, sehingga dapat meningkatkan motivasi dan pemahaman siswa terhadap konsep pola bilangan.
  - c. Bagi Pengembang Media Pembelajaran: Laporan ini menyediakan kerangka kerja dan praktik terbaik dalam pengembangan media pembelajaran berbasis Unity Engine.

- d. Bagi Institusi Pendidikan: Dokumentasi ini dapat menjadi referensi untuk pengembangan media pembelajaran serupa dan pengembangan infrastruktur teknologi pendidikan.
3. Manfaat Metodologis Laporan ini menyediakan model metodologi pengembangan media pembelajaran yang dapat diadaptasi untuk pengembangan media pembelajaran lainnya. Proses yang didokumentasikan dapat menjadi template untuk proyek-proyek serupa.
4. Manfaat Jangka Panjang Dokumentasi yang komprehensif ini memungkinkan continuous improvement dan pengembangan versi-versi selanjutnya dari media pembelajaran. Selain itu, laporan ini dapat menjadi dasar untuk penelitian empiris tentang efektivitas media pembelajaran dalam meningkatkan hasil belajar siswa.



## BAB II

### DESAIN PEMBELAJARAN MATEMATIKA

#### 2.1 Tujuan Pembelajaran

Desain pembelajaran matematika merupakan fondasi yang menentukan keberhasilan sebuah media pembelajaran. Dalam konteks pengembangan "Gnomon's Echo", desain pembelajaran tidak hanya mempertimbangkan aspek teknis dan visual, tetapi juga memperhatikan prinsip-prinsip pedagogis dan karakteristik pembelajaran matematika yang efektif.

Pendekatan yang digunakan dalam mendesain pembelajaran "Gnomon's Echo" didasarkan pada teori pembelajaran konstruktivis, di mana siswa secara aktif membangun pemahaman mereka melalui eksplorasi dan interaksi dengan materi pembelajaran. Media ini juga mengintegrasikan prinsip-prinsip pembelajaran visual dan kinesthetic learning untuk mengakomodasi berbagai gaya belajar siswa.

Tujuan pembelajaran yang ingin dicapai melalui media pembelajaran "Gnomon's Echo" telah dirancang dengan mengacu pada Capaian Pembelajaran dalam Kurikulum Merdeka untuk fase D (kelas VII-IX). Tujuan-tujuan ini dirumuskan dengan menggunakan taksonomi Bloom yang telah direvisi, sehingga mencakup berbagai tingkat kognitif dari *remembering* hingga *creating*.

Tujuan Pembelajaran Utama:

1. Kemampuan Identifikasi Pola (C2 - *Understanding*)

Siswa dapat mengidentifikasi pola pada barisan bilangan segitiga, persegi, persegi panjang, dan segi enam melalui observasi visual dan manipulasi objek geometris. Kemampuan ini fundamental karena menjadi dasar untuk pemahaman konsep yang lebih kompleks.

2. Kemampuan Analisis dan Generalisasi (C4 - *Analyzing*)

Siswa dapat menentukan rumus umum dari pola bilangan geometris dengan menganalisis hubungan antara posisi suku ( $n$ ) dengan nilai suku tersebut. Proses ini melibatkan kemampuan untuk melihat pattern dan membuat generalisasi matematika.

3. Kemampuan Aplikasi Konsep (C3 - *Applying*)

Siswa dapat menghitung suku ke- $n$  dari suatu pola bilangan menggunakan rumus yang telah mereka temukan atau pelajari. Kemampuan ini menunjukkan pemahaman operasional terhadap konsep pola bilangan.

4. Kemampuan Pemecahan Masalah (C4 - *Analyzing*)

Siswa dapat mengaplikasikan konsep pola bilangan dalam penyelesaian masalah kontekstual yang berkaitan dengan situasi nyata. Kemampuan ini menghubungkan pembelajaran matematika dengan aplikasi praktis.

5. Kemampuan Komunikasi Matematis (C2 - *Understanding*)

Siswa dapat menjelaskan hubungan visual antara susunan objek geometris dengan pola bilangan terkait menggunakan bahasa matematika yang tepat. Kemampuan ini penting untuk pengembangan literasi matematika.

Tujuan Pembelajaran Khusus:

1. Siswa mampu memvisualisasikan konsep gnomon dalam konteks pola bilangan persegi
2. Siswa dapat membedakan karakteristik masing-masing jenis pola bilangan geometris
3. Siswa mampu menggunakan teknologi (media interaktif) sebagai alat bantu pembelajaran matematika
4. Siswa dapat bekerja secara mandiri dalam mengeksplorasi konsep matematika

## 2.2 Deskripsi Media Pembelajaran

"Gnomon's Echo" adalah media pembelajaran interaktif berbasis ICT yang dikembangkan khusus untuk memfasilitasi pembelajaran pola bilangan pada siswa SMP kelas VIII. Media ini mengintegrasikan berbagai elemen pembelajaran yang dirancang untuk menciptakan pengalaman belajar yang holistik dan bermakna.

### 2.2.1 Konsep Dasar Media

Media pembelajaran ini dinamakan "Gnomon's Echo" dengan filosofi yang mendalam. Gnomon, dalam matematika kuno, merepresentasikan bentuk yang ketika ditambahkan ke bentuk aslinya menciptakan bentuk baru yang serupa namun lebih besar. Konsep ini sangat relevan dengan pola bilangan geometris, khususnya pola bilangan

persegi dan segitiga. Echo melambangkan pengulangan dan pola yang menjadi esensi dari konsep pola bilangan, sekaligus menjadi nama karakter pemandu dalam aplikasi.

### 2.2.2 Struktur dan Komponen Media

Media "Gnomon's Echo" terdiri dari sepuluh *lesson* yang dirancang secara progresif, dimulai dari konsep dasar hingga aplikasi yang lebih kompleks. Setiap *lesson* mengintegrasikan beberapa komponen utama:

#### a. Komponen Visual

Media ini menggunakan representasi visual yang kaya untuk membantu siswa memahami konsep abstrak pola bilangan. Objek-objek geometris disajikan dalam bentuk yang dapat dimanipulasi secara interaktif, memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi pola dengan cara *hands-on*.

#### b. Komponen Interaktif

Sistem *drag-and-drop* memungkinkan siswa untuk memanipulasi objek geometris dan mengamati bagaimana perubahan tersebut mempengaruhi pola bilangan. Interaktivitas ini dirancang untuk mendukung pembelajaran kinestetik dan visual.

#### c. Komponen Naratif

Karakter Echo berfungsi sebagai *guide* yang memberikan instruksi, penjelasan, dan *feedback* kepada siswa. Pendekatan naratif ini membantu menciptakan komitmen dan membuat pembelajaran lebih *personal*.

#### d. Komponen Penilaian

Setiap *lesson* dilengkapi dengan sistem *assessment* yang memberikan *feedback* langsung kepada siswa. Penilaian ini bersifat formatif dan dirancang untuk mendukung proses belajar, bukan sekedar evaluasi hasil.

### 2.2.3 Fitur-Fitur Utama

Media ini memiliki beragam fitur utama yang mendukung siswa dalam proses pembelajaran. Berikut adalah penjelasan lengkap dari setiap fitur-fiturnya:

#### a. Visualisasi Dinamis

Media ini menyajikan visualisasi pola bilangan yang dapat berubah secara real-time sesuai dengan manipulasi yang dilakukan siswa. Fitur ini membantu siswa memahami hubungan antara representasi geometris dan pola bilangan.

b. *Adaptive Feedback System*

Sistem *feedback* yang dikembangkan dapat memberikan respons yang berbeda tergantung pada jawaban dan *progress* siswa. Hal ini memungkinkan personalisasi pembelajaran sesuai dengan kebutuhan individual.

c. *Progressive Difficulty*

Tingkat kesulitan *lesson* dirancang secara bertahap, memungkinkan siswa untuk membangun pemahaman secara incremental dari konsep sederhana ke kompleks.

d. *Multi-modal Learning*:

Media ini mengakomodasi berbagai gaya belajar melalui kombinasi visual, auditori, dan elemen kinestetik.

## 2.2.4 Materi Pembelajaran yang Dicakup

Materi pola bilangan yang diintegrasikan dalam media ini beragam macamnya. Berikut merupakan penjelasan lengkap mengenai materi pola bilangan yang digunakan:

a. Pola Bilangan Segitiga

Pembelajaran dimulai dengan visualisasi susunan objek dalam bentuk segitiga dan pengembangan rumus  $Un = \frac{n(n+1)}{2}$ . Siswa akan memahami hubungan dengan deret aritmatika dan aplikasi dalam berbagai konteks.

b. Pola Bilangan Persegi

Fokus pada visualisasi susunan objek dalam bentuk persegi dengan rumus  $Un = n^2$ . Konsep “gnomon” diperkenalkan secara mendalam pada bagian ini untuk menunjukkan bagaimana setiap persegi dapat dibentuk dari persegi sebelumnya dengan penambahan “gnomon”.

c. Pola Bilangan Persegi Panjang

Eksplorasi susunan objek dalam bentuk persegi panjang dengan rumus  $Un = n(n + 1)$ . Pembelajaran ini menunjukkan hubungan dengan pola bilangan segitiga dan aplikasi dalam *problem-solving*.

d. Pola Bilangan Segi Enam

Pembelajaran yang paling *advanced* dengan rumus  $Un = 3n^2 - 3n + 1$ . Bagian ini mengintegrasikan semua konsep sebelumnya dan menunjukkan aplikasi dalam konteks dunia nyata.

### 2.2.5 Pendekatan Pedagogis

Media ini mengimplementasikan pendekatan pembelajaran *inquiry-based learning*, di mana siswa didorong untuk mengeksplorasi, bertanya, dan menemukan konsep melalui investigasi aktif. Pendekatan ini didukung oleh:

a. *Scaffolding*

Dukungan pembelajaran yang bertahap dan dapat dihilangkan seiring dengan peningkatan kemampuan siswa

b. *Zone of Proximal Development*

Materi dirancang dalam zona perkembangan terdekat siswa dengan bantuan karakter Echo sebagai *guide* yang lebih berpengetahuan.

c. *Social Constructivism*

Meskipun dimainkan secara individual, media ini memungkinkan diskusi dan *sharing* pengalaman antar siswa

## 2.3 Pemilihan Media yang Digunakan

Pemilihan Unity Engine sebagai platform pengembangan "Gnomon's Echo" didasarkan pada berbagai pertimbangan teknis, pedagogis, dan praktis yang telah dianalisis secara mendalam.

### 2.3.1 Analisis Platform dan Teknologi

Unity Engine dipilih sebagai *platform* utama karena beberapa keunggulan signifikan. Pertama, Unity menyediakan *integrated development environment* yang komprehensif untuk pengembangan aplikasi interaktif. *Engine* ini mendukung *cross-platform deployment*, memungkinkan media pembelajaran dapat dijalankan di berbagai perangkat dan sistem operasi.

Kedua, Unity memiliki kemampuan visualisasi dan *rendering* yang canggih, sangat penting untuk menciptakan visualisasi pola bilangan yang menarik dan informatif. Sistem *particle*, *animation*, dan *shader* yang tersedia memungkinkan pengembangan visualisasi matematika yang canggih.

Ketiga, Unity menyediakan *tools* yang *user-friendly* untuk *non-programmer*, memungkinkan edukator dan perancang instruksional untuk terlibat dalam proses pengembangan tanpa harus memiliki kemampuan pemrograman yang mendalam.

### 2.3.2 Pertimbangan Pedagogis

Dari aspek pedagogis, Unity Engine memungkinkan implementasi prinsip-prinsip pembelajaran yang efektif:

a. *Interactive Learning*

Unity mendukung pengembangan interaksi yang kompleks dan responsif, memungkinkan siswa untuk berinteraksi dengan objek matematika secara natural dan intuitif.

b. *Visual Learning*

Kemampuan *graphics* dan *animation* Unity sangat mendukung pembelajaran visual, yang krusial untuk pemahaman konsep matematika abstrak seperti pola bilangan.

c. *Gamification*

Unity menyediakan *tools* untuk mengimplementasikan *game mechanics* yang dapat meningkatkan motivasi dan minat siswa dalam pembelajaran.

d. *Immediate Feedback*

*Platform* ini memungkinkan pengembangan sistem *feedback* yang *real-time* dan adaptif, mendukung penilaian formatif dalam pembelajaran.

### 2.3.3 Pertimbangan Teknis

Secara teknis, Unity Engine menawarkan beberapa kelebihan:

a. *Performance*

Unity dioptimalkan untuk aplikasi interaktif yang membutuhkan *rendering real-time*, penting untuk *smooth user experience* dalam media pembelajaran.

b. *Scalability*

*Platform* ini memungkinkan pengembangan yang berskala, dari *prototype* sederhana hingga aplikasi kompleks dengan berbagai macam fitur.

c. *Community Support*

Unity memiliki komunitas yang besar dan aktif, menyediakan sumber daya, tutorial, dan dukungan yang luas.

d. *Asset Store*

Ketersediaan *asset store* mempercepat proses pengembangan dengan menyediakan komponen siap pakai dan *tools*.

### 2.3.4 Pertimbangan Praktis

Dari segi praktis, Unity Engine dipilih karena:

a. *Learning Curve*

Meskipun *powerful*, Unity memiliki *learning curve* yang wajar, memungkinkan developer dengan berbagai tingkat keterampilan untuk berkontribusi dalam pengembangan.

b. *Cost-Effectiveness*

Unity menyediakan *free version* yang sudah cukup komprehensif untuk pengembangan aplikasi dalam dunia pendidikan.

c. *Documentation*

Unity memiliki dokumentasi yang luas dan terstruktur dengan baik, memfasilitasi proses pengembangan.

d. *Integration*

*Platform* ini mudah diintegrasikan dengan berbagai *third-party tools* dan servis yang mungkin dibutuhkan dalam pengembangan media pembelajaran.

### 2.3.5 Komparasi dengan Alternatif Lain

Pilihan Unity Engine juga didasarkan pada perbandingan dengan *platform* alternatif:

a. *vs Web-based Solutions*

Meskipun *web-based solutions* menawarkan akseibilitas yang tinggi, Unity memberikan performa dan kualitas visual yang superior untuk aplikasi interaktif.

b. *vs Native Development*

Dibandingkan *native development*, Unity menawarkan *cross-platform compatibility* dengan upaya yang lebih minimal.

c. *vs Game Engines Lain*

Dibandingkan dengan Unreal Engine atau Godot, Unity menawarkan keseimbangan yang optimal antara fungsi, kemudahan penggunaan, dan dukungan komunitas untuk aplikasi pendidikan.

### 2.3.6 Integrasi dengan Tools Pendukung

Pengembangan "Gnomon's Echo" juga mengintegrasikan berbagai *tools* pendukung:

a. Visual Studio

Untuk *scripting* dan *debugging*, menyediakan lingkungan pengeditan kode yang kuat.

b. Adobe Creative Suite

Untuk pembuatan aset, termasuk desain karakter, elemen UI, dan aset visual..

c. *Version Control*

Integrasi Git untuk pengembangan kolaboratif dan manajemen versi.

d. *Testing Tools*

Kerangka pengujian bawaan Unity untuk jaminan kualitas..

Kombinasi Unity Engine dengan tools pendukung ini menciptakan pengembangan ekosistem yang komprehensif dan efisien untuk pengembangan media pembelajaran berkualitas ting



### BAB III

## PROSES PEMBUATAN DAN PENGGUNAAN MEDIA DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA

### 3.1 Alat dan Bahan yang Digunakan

Pengembangan media pembelajaran "Gnomon's Echo" membutuhkan berbagai alat dan bahan yang dikategorikan secara sistematis untuk memastikan proses pengembangan yang efektif dan efisien.

PERANGKAT KERAS ( <i>HARDWARE</i> )			
KATEGORI	NAMA	SPESIFIKASI/DESKRIPSI	FUNGSI
Computer Development	PC/Laptop	Processor: Intel Core i5/AMD Ryzen 5 (minimum) RAM: 8GB (minimum), 16GB (recommended) GPU: DirectX 11 compatible Storage: 50GB free space OS: Windows 10/11, macOS, atau Linux	Platform utama untuk pengembangan aplikasi menggunakan Unity Engine
Monitor	External Display	Resolusi minimum 1920x1080, dual monitor setup (optional)	Meningkatkan produktivitas development dengan multiple workspace
Input Devices	Mouse dan Keyboard	Gaming/precision mouse, mechanical keyboard (optional)	Precision dalam design dan coding, efficiency dalam development
Audio Equipment	Headphones/Speakers	Audio monitoring headphones, studio speakers	Testing dan quality assurance untuk audio elements

<b>PERANGKAT LUNAK (<i>SOFTWARE</i>)</b>			
<b>KATEGORI</b>	<b>NAMA</b>	<b>VERSI/LISENSI</b>	<b>FUNGSI</b>
Game Engine	Unity Engine	Unity 2022.3 LTS (Personal/Education License)	Platform utama pengembangan media pembelajaran interaktif
Code Editor	Visual Studio	Visual Studio 2022 Community/Professional	Scripting, debugging, dan version control integration
Version Control	Git + GitHub	Git 2.x, GitHub repository	Source code management dan collaborative development
Graphics Editor	Adobe Illustrator	Adobe Creative Cloud subscription	Vector graphics creation untuk UI elements dan icons
Graphics Editor	Adobe Photoshop	Adobe Creative Cloud subscription	Raster graphics editing, texture creation, image processing
Audio Editor	Audacity	Open source, free version	Audio editing dan processing untuk sound effects dan background music
3D Modeling	Blender	Open source, free version	3D asset creation dan animation (optional)
Documentation	Microsoft Office	Office 365 subscription	Documentation, reporting, dan project management

<b>ASET DIGITAL (<i>DIGITAL ASSETS</i>)</b>			
<b>KATEGORI</b>	<b>NAMA</b>	<b>DESKRIPSI</b>	<b>SUMBER/PEMBUATAN</b>
Character Sprites	Echo Character	Karakter pemandu	Custom design menggunakan Adobe Illustrator
UI Elements	Button, Panel, Dialog Box	Elemen antarmuka pengguna dengan tema konsisten	Custom design dengan Adobe Creative Suite
Geometric Objects	Shape Representations	Representasi visual untuk pola bilangan (segitiga, persegi, dll.)	Custom created dalam Unity menggunakan primitive shapes
Background Images	Scene Backgrounds	Background untuk setiap level dengan tema matematika	Combination of custom design dan Unity asset store
Audio Assets	Sound Effects	Feedback sounds untuk interaksi user	Combination of custom recording dan royalty-free sounds
Audio Assets	Background Music	Musik latar yang mendukung konsentrasi belajar	Royalty-free music dari audio libraries
Font Assets	Typography	Font untuk UI dan mathematical notation	Google Fonts dan mathematical fonts
Icon Set	Mathematical Icons	Icons untuk mathematical operations dan navigation	Custom design dengan Adobe Illustrator

REFERENSI DAN DOKUMENTASI			
KATEGORI	NAMA	DESKRIPSI	SUMBER
Konten Matematika	Referensi kurikulum	Silabus dan buku teks matematika SMP kelas VIII	Kemendikbud, penerbit buku teks
Design Guidelines	UI/UX Principles	Guidelines untuk educational app design	Research papers, design blogs, best practices
Technical Documentation	Unity Documentation	Official Unity learning resources dan tutorials	Unity Technologies official documentation
Code Repositories	Sample Projects	Reference projects dan code samples	GitHub, Unity Asset Store, educational repositories
Research Papers	Educational Technology	Penelitian tentang gamification dalam pembelajaran matematika	Academic journals, conference proceedings

Manajemen Aset dan *Workflow*:

Semua aset diorganisir dalam struktur folder yang sistematis dalam proyek Unity:

- Scripts/: Semua C# scripts untuk *logic* dan *gameplay*
- Prefabs/: Reusable game objects dan komponen-komponennya
- Scenes/: Scene files untuk different lessons dan menus
- Audio/: Sound effects, background music, dan audio assets
- Sprites/: 2D graphics, UI elements, dan character sprites
- Materials/: Shader materials dan visual effects
- Resources/: Runtime-loaded assets dan configuration files

### 3.2 Langkah-langkah Pembuatan Media

Proses pembuatan media pembelajaran "Gnomon's Echo" mengikuti metodologi pengembangan yang sistematis dan terstruktur, dibagi menjadi beberapa fase utama yang saling berkaitan. Berikut merupakan penjelasan lengkapnya:

- **FASE 1: KONSEPTUALISASI DAN PERENCANAAN**
  - **Langkah 1.1: Analisis Kebutuhan dan Pengumpulan Persyaratan**

Tahap pertama melibatkan analisis mendalam terhadap kebutuhan pembelajaran pola bilangan untuk siswa SMP kelas VIII. Tim pengembang melakukan studi literatur terhadap kurikulum matematika, mengidentifikasi kesulitan umum yang dihadapi siswa, dan menganalisis karakteristik target *audience*.

**Dokumentasi yang diperlukan:** Hasil analisis kebutuhan, profil pembelajar, analisis kurikulum

**Bukti pengerjaan:** *Screenshot* dari *mindmap* analisis kebutuhan

- **Langkah 1.2: Desain Konseptual dan Storyboarding**

Pengembangan konsep dasar media pembelajaran dimulai dengan pembuatan *storyboard* untuk setiap *lesson*. Proses ini melibatkan perancangan alur pembelajaran, identifikasi *interaction points*, dan penentuan metode penelitian.

**Dokumentasi yang diperlukan:** *Storyboard* untuk 10 *lessons*, *flowchart* pembelajaran, *wireframe* struktur aplikasi

**Bukti pengerjaan:** *Hand-drawn sketches* dari *storyboard*, *digital wireframes* menggunakan *design tools*

- **Langkah 1.3: Perencanaan Arsitektur Teknis**

Merancang arsitektur teknis aplikasi termasuk *class diagrams*, *system architecture*, dan *database structure* (jika diperlukan). Tahap ini juga melibatkan pemilihan *tools* dan teknologi yang akan digunakan.

**Dokumentasi yang diperlukan:** *Technical specification document*, *architecture diagrams*, *tools selection rationale*

Bukti pengerjaan: *UML diagrams*, *technical documentation* dalam format PDF

- **FASE 2: DESAIN DAN PEMBUATAN ASET**

- **Langkah 2.1: Desain Karakter dan Identitas Visual**

Pembuatan desain karakter Echo sebagai maskot dan *guide* dalam aplikasi. Proses ini melibatkan *concept art* dan *character development*.

**Proses detail:**

- *Sketching initial character concepts* menggunakan *traditional drawing tools*
- *Digital refinement* menggunakan Adobe Illustrator untuk *vector-based character*

- *Development of character animation sprites*

**Dokumentasi yang diperlukan:** *Character concept sheets, final character sprites* dalam berbagai format

**Bukti pengerjaan:** *Progress photos* dari *sketching ke digital art, exported sprite sheets*

#### ○ **Langkah 2.2: UI/UX Design**

Perancangan antarmuka pengguna yang intuitif dan menarik untuk siswa SMP. Desain harus mempertimbangkan aksesibilitas, kegunaan, dan daya tarik estetika yang sesuai dengan target kelompok usia.

**Proses detail:**

- *Creation of mood boards dan style guides*
- *Wireframing* untuk *screen layouts* dan *user flow*
- *High-fidelity mockups* menggunakan Adobe XD atau Figma
- *Prototyping* untuk pengujian dan validasi pengguna
- *Design system creation* untuk *consistency across all screens*

**Dokumentasi yang diperlukan:** *UI mockups, style guide, interactive prototypes*

**Bukti pengerjaan:** *Screenshots* dari *design tools, exported UI assets, user testing videos*

#### ○ **Langkah 2.3: Pembuatan Aset Geometris**

Pembuatan aset visual untuk representasi pola bilangan geometris. Aset ini harus akurat secara matematis dan menarik secara visual untuk mendukung pembelajaran.

**Proses detail:**

- Analisis matematis untuk representasi geometris yang akurat
- pembuatan vektor menggunakan Adobe Illustrator untuk grafis yang dapat diskalakan
- perencanaan animasi untuk transisi visual dinamis
- *Color scheme development* yang mendukung pemahaman matematika

**Dokumentasi yang diperlukan:** *Geometric asset library, animation specifications*

**Bukti pengerjaan:** Vector files (.ai, .eps), *exported Unity-compatible formats* (.png, .svg)

- **FASE 3: IMPLEMENTASI *UNITY DEVELOPMENT***

- **Langkah 3.1: *Project Setup dan Environment Configuration***

Inisialisasi *Unity project* dengan *proper settings* dan *folder structure* untuk *workflow* pengembangan yang efisien.

**Proses detail:**

- *Create new Unity 2022.3 LTS project dengan 2D template*
- *Setup folder structure sesuai best practices*

Assets/

|— Scripts/

| |— Controllers/

| |— Managers/

| |— UI/

| |— Utils/

|— Prefabs/

| |— Characters/

| |— UI/

| |— GameObjects/

|— Scenes/

| |— MainMenu/

| |— Lessons/

| |— Settings/

|— Audio/

| |— SFX/

| |— BGM/

```

└─ Sprites/
  | └─ Characters/
  | └─ UI/
  | └─ Backgrounds/
└─ Resources/

```

- *Configure build settings untuk target platforms*
- *Setup version control dengan Git repository*
- *Install necessary Unity packages (Input System, UI Toolkit, dan sebagainya.)*

**Dokumentasi yang diperlukan:** *Project configuration document, folder structure documentation*

**Bukti pengerjaan:** *Screenshots dari Unity editor, Git repository setup, project settings*

### ○ **Langkah 3.2: Core System Development**

Pengembangan sistem inti aplikasi termasuk *game managers, scene management, dan data handling*.

**Proses detail:**

#### A. *Game Manager System*



```

1  public class GameManager : MonoBehaviour
2  {
3      [Header("Game State")]
4      public GameState currentState;
5      public LessonData currentLesson;
6
7      [Header("References")]
8      public UIManager uiManager;
9      public AudioManager audioManager;
10     public InputManager inputManager;
11
12     private void Start()
13     {
14         InitializeGame();
15     }
16
17     public void InitializeGame()
18     {
19         // Initialize core systems
20         LoadPlayerProgress();
21         SetupInitialState();
22     }
23 }

```



## B. Lesson Management System

```

1  [System.Serializable]
2  public class LessonData
3  {
4      public int lessonId;
5      public string lessonTitle;
6      public PatternType patternType;
7      public List<PuzzleData> puzzles;
8      public string introText;
9      public string summaryText;
10 }
11
12 public class LessonManager : MonoBehaviour
13 {
14     public List<LessonData> allLessons;
15     public LessonData currentLesson;
16
17     public void LoadLesson(int lessonId)
18     {
19         currentLesson = allLessons.Find(l => l.lessonId == lessonId);
20         InitializeLesson();
21     }
22 }

```

**Dokumentasi yang diperlukan:** *Code documentation, system architecture diagram*

**Bukti pengerjaan:** *Code screenshots, Unity inspector screenshots* menunjukkan *configured components*

### ○ Langkah 3.3: *Interactive Pattern System Development*

Implementasi sistem interaktif untuk manipulasi pola bilangan geometris dengan *drag-and-drop functionality*.

**Proses detail:**

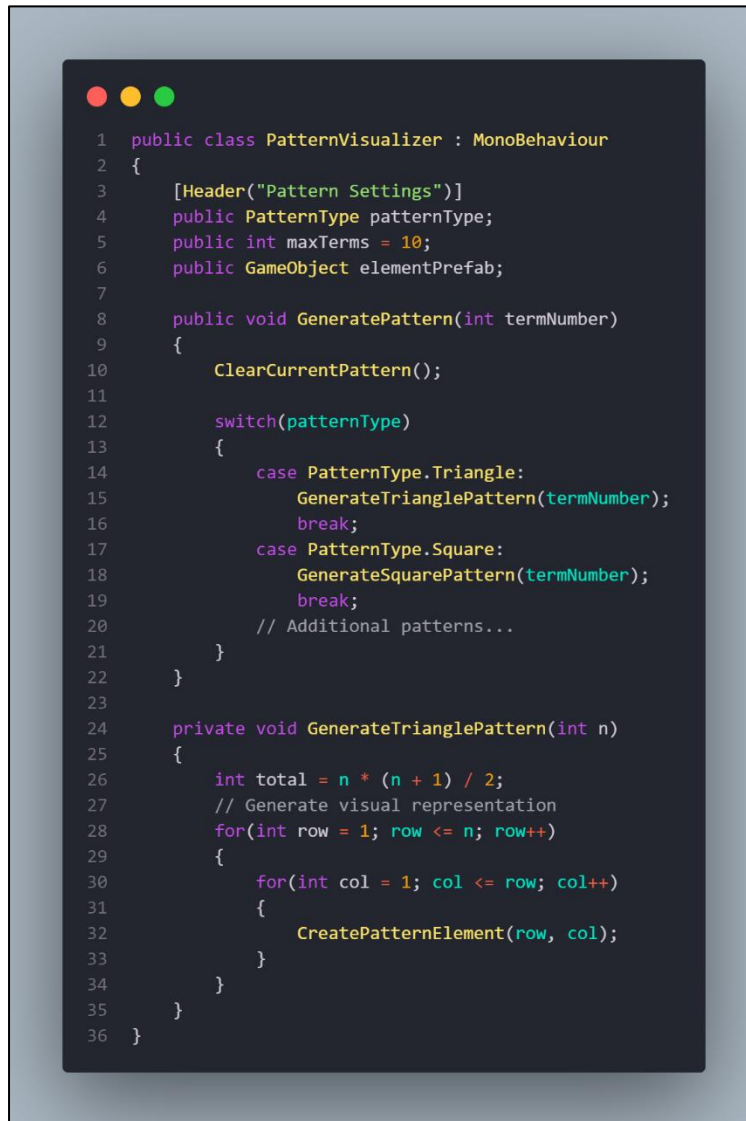
#### A. *Drag and Drop System*

```

1  public class DraggableObject : MonoBehaviour, IBeginDragHandler, IDragHandler, IEndDragHandler
2  {
3      private Vector3 originalPosition;
4      private Canvas canvas;
5      private CanvasGroup canvasGroup;
6
7      public void OnBeginDrag(PointerEventData eventData)
8      {
9          originalPosition = transform.position;
10         canvasGroup.alpha = 0.6f;
11         canvasGroup.blocksRaycasts = false;
12     }
13
14     public void OnDrag(PointerEventData eventData)
15     {
16         transform.position = eventData.position;
17     }
18
19     public void OnEndDrag(PointerEventData eventData)
20     {
21         canvasGroup.alpha = 1f;
22         canvasGroup.blocksRaycasts = true;
23         CheckValidPlacement();
24     }
25 }

```

## B. Pattern Visualization System



**Dokumentasi yang diperlukan:** *Interactive system documentation, code comments*

**Bukti pengerjaan:** *Gameplay videos* menunjukkan *drag-and-drop functionality*, *code repository commits*

### ○ Langkah 3.4: *Echo Character Integration*

Implementasi karakter Echo sebagai *interactive guide* dengan *dialog system* dan *adaptive responses*.

## Proses detail:

### A. Dialog System

```

1  [System.Serializable]
2  public class DialogData
3  {
4      public string characterName;
5      public string dialogText;
6      public Sprite characterSprite;
7      public float textSpeed = 0.05f;
8  }
9
10 public class DialogManager : MonoBehaviour
11 {
12     [Header("UI References")]
13     public GameObject dialogPanel;
14     public Text characterNameText;
15     public Text dialogText;
16     public Image characterImage;
17
18     public void ShowDialog(DialogData dialog)
19     {
20         StartCoroutine(TypeText(dialog));
21     }
22
23     private IEnumerator TypeText(DialogData dialog)
24     {
25         dialogText.text = "";
26         foreach(char letter in dialog.dialogText.ToCharArray())
27         {
28             dialogText.text += letter;
29             yield return new WaitForSeconds(dialog.textSpeed);
30         }
31     }
32 }

```

### B. Adaptive Feedback System

```

1  public class FeedbackManager : MonoBehaviour
2  {
3      [Header("Feedback Settings")]
4      public List<DialogData> correctResponses;
5      public List<DialogData> incorrectResponses;
6      public List<DialogData> hintDialogs;
7
8      public void ProvideFeedback(bool isCorrect, int attemptCount)
9      {
10         DialogData selectedDialog;
11
12         if(isCorrect)
13         {
14             selectedDialog = correctResponses[Random.Range(0, correctResponses.Count)];
15         }
16         else
17         {
18             if(attemptCount > 2)
19             {
20                 selectedDialog = hintDialogs[Random.Range(0, hintDialogs.Count)];
21             }
22             else
23             {
24                 selectedDialog = incorrectResponses[Random.Range(0, incorrectResponses.Count)];
25             }
26         }
27
28         DialogManager.Instance.ShowDialog(selectedDialog);
29     }
30 }

```

**Dokumentasi yang diperlukan:** *Character system documentation, dialog tree diagrams*

**Bukti pengerjaan:** *Screenshots dari dialog system dalam action, character animation videos*

○ **Langkah 3.5: Assessment dan Progress Tracking**

Implementasi sistem penilaian dan *progress tracking* siswa untuk mendukung pembelajaran adaptif.

**Proses detail:**

**A. Progress Tracking System**



```

1  [System.Serializable]
2  public class PlayerProgress
3  {
4      public int currentLesson;
5      public List<LessonProgress> lessonProgresses;
6      public int totalScore;
7      public float averageAccuracy;
8      public DateTime lastPlayTime;
9  }
10
11 [System.Serializable]
12 public class LessonProgress
13 {
14     public int lessonId;
15     public bool isCompleted;
16     public int attempts;
17     public float completionTime;
18     public int score;
19     public List<PuzzleResult> puzzleResults;
20 }
21
22 public class GameManager : MonoBehaviour
23 {
24     private PlayerProgress playerProgress;
25
26     public void SaveProgress()
27     {
28         string json = JsonUtility.ToJson(playerProgress);
29         // Save to PlayerPrefs atau file system
30         PlayerPrefs.SetString("PlayerProgress", json);
31     }
32
33     public void LoadProgress()
34     {
35         if(PlayerPrefs.HasKey("PlayerProgress"))
36         {
37             string json = PlayerPrefs.GetString("PlayerProgress");
38             playerProgress = JsonUtility.FromJson<PlayerProgress>(json);
39         }
40         else
41         {
42             playerProgress = new PlayerProgress();
43         }
44     }
45 }

```

**Dokumentasi yang diperlukan:** *Assessment system documentation, data structure diagrams*

**Bukti pengerjaan:** *Screenshots dari progress tracking UI, JSON data examples*

- **FASE 4: TESTING DAN QUALITY ASSURANCE**

- **Langkah 4.1: Unit Testing**

Implementasi *unit tests* untuk *core functionalities* menggunakan *Unity Test Framework*.

**Proses detail:**



```

1  [Test]
2  public void TestTrianglePatternGeneration()
3  {
4      // Arrange
5      PatternVisualizer visualizer = new PatternVisualizer();
6
7      // Act
8      int result = visualizer.CalculateTriangleNumber(5);
9
10     // Assert
11     Assert.AreEqual(15, result);
12 }
13
14 [UnityTest]
15 public IEnumerator TestDragAndDropFunctionality()
16 {
17     // Setup test environment
18     GameObject testObject = new GameObject();
19     DraggableObject draggable = testObject.AddComponent<DraggableObject>();
20
21     // Simulate drag operation
22     // Assert expected behavior
23
24     yield return new WaitForSeconds(1f);
25 }
  
```

**Dokumentasi yang diperlukan:** *Test cases documentation, test results reports*

**Bukti pengerjaan:** *Screenshots dari Unity Test Runner, test coverage reports*

- **Langkah 4.2: User Acceptance Testing**

Melakukan *testing* dengan *target users* (siswa SMP kelas VIII) untuk validasi ketergunaan dan efektifitas.

**Proses detail:**

- *Recruitment* siswa untuk *testing sessions*
- *Design testing scenarios* yang mencakup semua *core functionalities*
- *Observation* dan *documentation user interactions*
- *Collection feedback* melalui *surveys* dan *interviews*
- *Analysis results* dan *identification improvement areas*

**Dokumentasi yang diperlukan:** *Testing protocols, user feedback reports, improvement recommendations*

**Bukti pengerjaan:** *Video recordings dari testing sessions, compiled feedback data*

- **FASE 5: FINALISASI DAN *DEPLOYMENT***

- **Langkah 5.1: *Performance Optimization***

Optimisasi *performance* aplikasi untuk memastikan *smooth experience* di berbagai perangkat.

**Proses detail:**

- *Profiling* aplikasi menggunakan *Unity Profiler*
- *Optimization texture sizes* dan *compression settings*
- *Code optimization* untuk mengurangi *garbage collection*
- *Memory usage optimization*
- *Build size optimization*

**Dokumentasi yang diperlukan:** *Performance benchmarks, optimization strategies documentation*

**Bukti pengerjaan:** *Unity Profiler screenshots, before/after performance comparisons*

- **Langkah 5.2: *Build dan Distribution***

*Preparation* untuk distribusi aplikasi ke *target platforms*.

**Proses detail:**

- *Configure build settings* untuk Windows, Android (optional)
- *Create installers* dan *distribution packages*
- *Documentation* untuk *installation* dan *system requirements*
- *Create user manuals* dan *teacher guides*

**Dokumentasi yang diperlukan:** *Build configuration documentation, installation guides*

**Bukti pengerjaan:** *Built application files, installation test results*

### 3.3 Penggunaan Media dalam Pembelajaran Matematika

Implementasi media pembelajaran "Gnomon's Echo" dalam konteks pembelajaran matematika memerlukan pendekatan sistematis yang mempertimbangkan aspek pedagogis, teknis, dan praktis. Penggunaan media ini dirancang untuk mengintegrasikan teknologi dengan strategi pembelajaran yang efektif.

- **PERSIAPAN PEMBELAJARAN**

- **Persiapan Teknis**

Sebelum menggunakan media pembelajaran, guru perlu memastikan kesiapan infrastruktur teknis. Komputer atau *device* yang akan digunakan harus memenuhi spesifikasi minimum: Windows 10/11, RAM 4GB, dan *space storage* minimal 2GB. Instalasi media pembelajaran harus dilakukan dengan mengikuti panduan yang disediakan.

*Setup classroom environment* juga penting untuk diperhatikan. Jika menggunakan *setting individual*, setiap siswa membutuhkan akses ke *device* terpisah. Untuk *classroom setting*, dapat menggunakan proyektor untuk demonstrasi bersama sebelum praktek secara individu.

- **Persiapan Pedagogis**

Guru perlu familiar dengan konten dan navigasi media pembelajaran sebelum implementasi di kelas. Pendekatan yang direkomendasikan adalah menjalankan semua *lessons* secara lengkap untuk memahami *learning flow* dan mengantisipasi kesulitan dari pembelajar.

Persiapan juga meliputi penyusunan *lesson plan* yang mengintegrasikan media pembelajaran dengan aktivitas kelas lainnya. Media "Gnomon's Echo" dirancang sebagai pelengkap dan pendukung untuk *traditional teaching methods*, bukan pengganti.

- **STRATEGI IMPLEMENTASI DALAM PEMBELAJARAN**

- **Model Blended Learning**

Implementasi optimal menggunakan *blended learning approach* yang mengombinasikan pengajaran langsung, pembelajaran berbasis media, dan aktivitas kolaborasi.

**Fase 1: Introduction (15 menit)**

- Guru memberikan *overview* konsep pola bilangan yang akan dipelajari
- Demonstrasi penggunaan media pembelajaran "Gnomon's Echo"
- Menjelaskan tujuan pembelajaran dan capaian pembelajaran

**Fase 2: Guided Exploration (20 menit)**

- Siswa mengakses media pembelajaran secara individual atau berpasangan

- Guru melakukan *monitoring* dan memberikan bantuan ketika diperlukan
- Siswa menyelesaikan 2-3 lessons pertama dengan panduan dari guru

**Fase 3: *Independent Practice* (15 menit)**

- Siswa melanjutkan *lessons* secara mandiri
- Implementasi *self-paced learning* dengan Echo character sebagai *guide*
- *Progress tracking individual* untuk *assessment*

**Fase 4: *Reflection dan Discussion* (10 menit)**

- Diskusi kelas tentang pola yang ditemukan
- Siswa berbagi wawasan dan strategi yang digunakan
- Guru memfasilitasi untuk mengkonsolidasikan pembelajaran

○ ***Differentiated Instruction***

Media pembelajaran mendukung *differentiated instruction* melalui beberapa fitur:

**Untuk *Advanced Learners*:**

- *Accelerated progression* melalui *lessons*
- *Additional challenges* dalam *form of extension activities*
- Kesempatan untuk eksplorasi koneksi matematika lebih mendalam

**Untuk *Struggling Learners*:**

- Tambahan waktu untuk menyelesaikan aktivitas
- Bantuan tambahan dan *scaffolding* dari karakter Echo
- Kesempatan pengulangan untuk penguatan konsep

**Untuk *Different Learning Styles*:**

- *Visual learners*: *Rich geometric visualizations* dan *animations*
- *Kinesthetic learners*: *Interactive drag-and-drop activities*
- *Auditory learners*: *Narration* dan *audio feedback* dari Echo

• **ASSESSMENT INTEGRATION**

○ ***Formative Assessment***

Media pembelajaran menyediakan *built-in formative assessment* melalui:

***Real-time Feedback System*:**

- *Feedback* langsung untuk setiap respon siswa
- *Adaptive hints based on error patterns*
- *Progress indicators* untuk *self-monitoring*



***Learning Analytics:***

- *Tracking time spent* pada setiap *lesson*
- Jumlah kesempatan untuk menyelesaikan masalah
- *Accuracy rates* dan *improvement patterns*
- Identifikasi miskonsepsi yang sering terjadi

○ ***Summative Assessment Integration***

Hasil dari media pembelajaran dapat diintegrasikan dengan *traditional assessment methods*:

***Portfolio Approach:***

- *Screenshots* dari pola yang sudah diselesaikan
- Jurnal refleksi tentang proses pembelajaran
- Dokumentasi penemuan matematika

***Performance-based Assessment:***

- Demonstrasi kemampuan untuk membuat pola secara manual
- Penjelasan hubungan konsep matematika
- Pengaplikasian konsep dari format yang baru

• ***CLASSROOM MANAGEMENT STRATEGIES***

○ ***Individual Learning Management***

Ketika siswa bekerja secara individu dengan media pembelajaran:

***Monitoring Strategies:***

- Sirkulasi untuk observasi minat siswa
- *Quick check-ins* untuk menilai pemahaman
- Dokumentasi isu yang sering terjadi untuk kelas yang diajar

***Support Strategies:***

- *Peer tutoring* untuk siswa yang membutuhkan bantuan tambahan
- Intervensi guru untuk *technical issues*
- Aktivitas tambahan untuk *early finishers*

○ ***Collaborative Learning Integration:***

Media pembelajaran dapat diintegrasikan dengan aktivitas kolaboratif:

***Think-Pair-Share:***

- Eksplorasi secara individu dengan media

- *Pair discussion* tentang pola yang telah ditemukan
- Berbagi wawasan dengan teman sekelas

***Jigsaw Method:***

- Kelompok-kelompok yang berbeda mengeksplorasi jenis-jenis pola yang berbeda
- Kelompok-kelompok menjadi "ahli" untuk pola-pola tertentu
- Mengajari kelompok lain tentang pola khusus mereka

- **ADAPTASI UNTUK BERBAGAI KONTEKS**

- ***Flipped Classroom Implementation:***

Media pembelajaran sangat cocok untuk *flipped classroom approach*:

***At-Home Component:***

Siswa menyelesaikan eksplorasi awal dengan media

Pengenalan konsep dasar melalui panduan Gema

Pertanyaan-pertanyaan persiapan untuk diskusi di dalam kelas

***In-Class Component:***

Diskusi mendalam tentang konsep matematika

Kegiatan pemecahan masalah menggunakan pola yang ditemukan

Aplikasi dalam konteks dunia nyata

***Hybrid Learning Environment:***

Untuk situasi pembelajaran *hybrid* (kombinasi tatap muka dan online):

***Synchronous Components:***

Fitur media demonstrasi langsung

Sesi tanya jawab secara *real-time* tentang konsep-konsep

Kegiatan pemecahan masalah secara kolaboratif

***Asynchronous Components:***

Pelajaran penyelesaian individu

Fitur tambahan eksplorasi mandiri

Tugas refleksi berdasarkan pengalaman media

- **TROUBLESHOOTING DAN SUPPORT**

- ***Technical Issues Management:***

Masalah dan solusi teknis yang umum terjadi:

***Performance Issues:***

- Pastikan perangkat memenuhi persyaratan minimum
- Menutup aplikasi yang tidak perlu
- Periksa ruang penyimpanan yang tersedia

**Kesulitan Navigasi:**

- Sediakan panduan referensi cepat tertulis
- Sistem dukungan teman sebaya
- Demonstrasi guru untuk tugas-tugas umum

**Dukungan Kesulitan Belajar:****Tantangan Konseptual:**

- Perancah tambahan melalui penjelasan guru
- Koneksi dengan pengetahuan sebelumnya
- Berbagai strategi representasi

**Masalah Motivasi:**

- Penekanan elemen gamifikasi
- Sistem pengakuan prestasi
- Dorongan untuk berkolaborasi dengan teman sebaya

Implementasi media pembelajaran "Gnomon's Echo" memerlukan perencanaan yang matang, pemantauan yang berkesinambungan, dan strategi pengajaran yang adaptif. Media ini paling efektif jika digunakan sebagai bagian integral dari program pembelajaran matematika yang komprehensif yang mencakup berbagai metode pengajaran dan strategi penilaian.

## **BAB IV**

### **PENUTUP**

#### **4.1 Kesimpulan**

Berdasarkan proses pengembangan dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran "Gnomon's Echo" berhasil dikembangkan sebagai solusi inovatif untuk pembelajaran pola bilangan pada siswa SMP kelas VIII. Beberapa kesimpulan utama dari pengembangan media pembelajaran ini ada di bawah ini.

##### **4.1.1 Aspek Desain dan Pengembangan**

Pengembangan media pembelajaran "Gema Gnomon" menggunakan Unity Engine terbukti efektif dalam menciptakan lingkungan pembelajaran interaktif yang menarik dan mendidik. Integrasi konsep "gnomon" dalam visualisasi pola bilangan memberikan pendekatan yang unik dan bermakna secara matematis untuk membantu siswa memahami hubungan antara representasi geometris dengan pola bilangan. Karakter Echo sebagai panduan berhasil menciptakan pengalaman belajar yang personal dan suportif, memberikan *scaffolding* yang sesuai untuk pembelajaran mandiri.

Sistem penilaian dan umpan balik yang terintegrasi dalam media pembelajaran memungkinkan evaluasi formatif yang *real-time*, mendukung pembelajaran yang adaptif sesuai dengan kebutuhan siswa secara individual. Struktur progresif dari sepuluh materi pelajaran memberikan alur pembelajaran yang logis dan sistematis, memungkinkan siswa untuk membangun pemahaman secara bertahap dari konsep dasar hingga aplikasi tingkat lanjut.

##### **4.1.2 Aspek Pedagogis**

Media pembelajaran ini berhasil mengimplementasikan prinsip-prinsip pembelajaran konstruktivis, dimana siswa secara aktif mengkonstruksi pengetahuan melalui interaksi dengan objek-objek matematika dan eksplorasi pola. Pendekatan multi-modal yang menggabungkan unsur visual, auditori, dan kinestetik berhasil mengakomodasi gaya dan preferensi belajar yang berbeda.

Integrasi dari elemen gamifikasi terbukti efektif dalam menjaga keterlibatan dan motivasi siswa selama proses pembelajaran. Fungsionalitas *drag-and-drop* yang interaktif memberikan pengalaman langsung yang sangat penting untuk memahami

konsep-konsep matematika yang abstrak. Sistem umpan balik langsung membantu siswa untuk mengoreksi diri sendiri dan belajar dari kesalahan dalam lingkungan yang mendukung.

#### **4.1.3 Aspek Teknis**

Unity Engine menyediakan *platform* yang kuat dan fleksibel untuk pengembangan aplikasi pendidikan. Kompatibilitas lintas *platform* memungkinkan penggunaan di berbagai perangkat dan sistem operasi. Optimalisasi kinerja berhasil menciptakan pengalaman pengguna yang mulus bahkan pada perangkat dengan spesifikasi sedang.

Metodologi pengembangan sistematis yang digunakan, mulai dari konseptualisasi hingga penerapan, memastikan jaminan kualitas dan pengujian yang komprehensif. Kontrol versi dan proses pengembangan kolaboratif memungkinkan kolaborasi tim yang efisien dan peningkatan berkelanjutan.

#### **4.1.4 Aspek Dampak Pendidikan**

Media pembelajaran “Gnomon’s Echo” mengatasi kesulitan umum yang dihadapi siswa dalam mempelajari pola bilangan dengan menyediakan representasi visual yang konkret untuk konsep-konsep yang abstrak. Struktur kesulitan yang progresif memungkinkan siswa untuk mengembangkan kepercayaan diri dan kompetensi secara bertahap.

Kemampuan integrasi dengan kurikulum dan metode pengajaran yang ada memungkinkan guru untuk memasukkan media pembelajaran sebagai suplemen yang berharga untuk pengajaran tradisional. Fitur penilaian memberikan data yang berharga bagi guru untuk memantau kemajuan siswa dan menyesuaikan instruksi yang sesuai.

## 4.2 Saran

Berdasarkan pengalaman pengembangan dan potensi perbaikan di masa depan, beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut dan implementasi yang optimal adalah sebagai berikut.

### 4.2.1 Saran untuk Pengembangan Teknis

#### **Analisis dan Manajemen Pembelajaran yang lebih baik:**

Pengembangan *dashboard* untuk guru yang lebih komprehensif dengan analitik terperinci tentang kinerja siswa, miskonsepsi umum, dan pola pembelajaran. Integrasi dengan *Learning Management Systems* (LMS) yang umum digunakan di sekolah-sekolah akan meningkatkan kegunaan dan efisiensi administrasi.

#### **Algoritma Pembelajaran Adaptif:**

Implementasi algoritma *machine learning* untuk pengalaman belajar yang lebih personal. Sistem dapat menyesuaikan tingkat kesulitan, memberikan petunjuk khusus, dan menyarankan jalur pembelajaran yang optimal berdasarkan data kinerja siswa.

#### **Fitur Kolaboratif:**

Penambahan fitur kolaboratif seperti perbandingan teman sebaya, tantangan tim, dan aktivitas pemecahan masalah bersama akan meningkatkan aspek pembelajaran sosial dan mendorong kolaborasi siswa.

#### **Integrasi Realitas Tertambah (*Augmented Reality*):**

Eksplorasi teknologi AR untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih mendalam, memungkinkan siswa untuk memanipulasi pola geometris 3D dalam lingkungan dunia nyata.

#### **Peningkatan Aksesibilitas:**

Peningkatan fitur aksesibilitas untuk siswa berkebutuhan khusus, termasuk kompatibilitas pembaca layar, desain yang ramah bagi penyandang buta warna, dan opsi aksesibilitas motorik.

### 4.2.2 Saran untuk Implementasi Pedagogis

#### **Program Pelatihan Guru:**

Pengembangan program pelatihan komprehensif untuk guru tentang integrasi media pembelajaran yang optimal dalam pembelajaran matematika. Pelatihan harus mencakup aspek teknis, strategi pedagogis, dan integrasi penilaian.

**Penyelarasan Kurikulum:**

Kolaborasi yang lebih erat dengan para pengembang kurikulum untuk memastikan keselarasan yang sempurna dengan standar matematika nasional dan tujuan pembelajaran. Pengembangan konten tambahan untuk mencakup konsep matematika yang lebih luas.

**Integrasi Penilaian:**

Alat bantu pembuatan untuk integrasi tanpa batas dengan sistem penilaian sekolah, termasuk pembaruan buku nilai otomatis dan pembuatan laporan kemajuan.

**Keterlibatan Orang Tua:**

Pengembangan dasbor orang tua untuk memantau kemajuan siswa di rumah dan memberikan saran untuk mendukung pembelajaran matematika di luar sekolah.

**4.2.3 Saran untuk Penelitian dan Evaluasi****Studi Dampak Longitudinal:**

Melakukan penelitian longitudinal untuk mengukur dampak jangka panjang media pembelajaran terhadap prestasi, motivasi, dan sikap siswa terhadap matematika.

**Studi Efektivitas Komparatif:**

Penelitian yang membandingkan efektivitas “Gnomon’s Echo” dengan metode pengajaran tradisional dan teknologi pendidikan lainnya untuk menetapkan praktik terbaik berbasis bukti.

**Studi Adaptasi Budaya:**

Investigasi faktor budaya yang mempengaruhi efektivitas media pembelajaran dan pengembangan versi yang responsif secara budaya untuk konteks yang berbeda.

**4.2.4 Saran untuk Keberlanjutan dan Skalabilitas****Pertimbangan Sumber Terbuka:**

Evaluasi kemungkinan untuk membuat bagian dari kerangka kerja pengembangan menjadi *open source* untuk mendorong partisipasi komunitas pengembangan teknologi pendidikan yang lebih luas.

**Perluasan Konten:**

Perluasan konten yang sistematis untuk mencakup topik matematika tambahan dan tingkat kelas, menciptakan platform pembelajaran matematika yang komprehensif.

**Distribusi Internasional:**

Mengeksplorasi peluang untuk distribusi internasional dengan pelokalan yang sesuai untuk sistem pendidikan dan bahasa yang berbeda.

**Pengembangan Kemitraan:**

Membangun kemitraan dengan institusi pendidikan, perusahaan teknologi, dan lembaga pemerintah untuk memastikan pengembangan yang berkelanjutan dan adopsi yang luas.

**4.2.5 Saran untuk Perbaikan Berkesinambungan****Pembaruan dan Pemeliharaan Rutin:**

Menetapkan siklus pembaruan rutin untuk mengatasi perbaikan bug, pembaruan konten, dan peningkatan fitur berdasarkan umpan balik pengguna dan kemajuan teknologi.

**Integrasi Umpan Balik Pengguna:**

Menerapkan proses pengumpulan dan analisis umpan balik pengguna yang sistematis untuk memastikan peningkatan berkelanjutan berdasarkan pengalaman pengguna yang sebenarnya.

**Adaptasi Evolusi Teknologi:**

Mengikuti perkembangan teknologi pendidikan dan mengadaptasi fitur-fitur baru yang dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran.

Media pembelajaran "Gnomon's Echo" merupakan langkah maju yang signifikan dalam teknologi pendidikan matematika, namun pengembangan dan penyempurnaan yang berkesinambungan akan memastikan dampak jangka panjang dan efektivitasnya dalam mendukung pembelajaran matematika bagi siswa. Keberhasilan implementasi membutuhkan komitmen dari berbagai pemangku kepentingan termasuk pengembang, pendidik, siswa, orang tua, dan pembuat kebijakan pendidikan untuk menciptakan ekosistem yang mendukung untuk pendidikan matematika yang ditingkatkan dengan teknologi.



## DAFTAR PUSTAKA

- Afriansyah, E. A., & Dahlan, J. A. (2021). Enhancing students' mathematical understanding through realistic mathematics education and ethnomathematics approach. *International Journal of Instruction*, 14(4), 435-454. <https://doi.org/10.29333/iji.2021.14425a>
- Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>
- Chen, C. H., & Law, V. (2016). Scaffolding individual and collaborative game-based learning in learning performance and intrinsic motivation. *Computers in Human Behavior*, 55, 1201-1212. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.03.010>
- Choi, D. H., Kim, J., & Kim, S. H. (2017). ERP training with a web-based electronic learning system: The flow theory perspective. *International Journal of Human-Computer Studies*, 89, 38-50. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2016.10.002>
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining "gamification". *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference*, 9-15. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Gros, B. (2007). Digital games in education: The design of games-based learning environments. *Journal of Research on Technology in Education*, 40(1), 23-38. <https://doi.org/10.1080/15391523.2007.10782494>
- Hwang, G. J., & Wu, P. H. (2012). Advancements and trends in digital game-based learning research: A review of publications in selected journals from 2001 to 2010. *British Journal of Educational Technology*, 43(1), E6-E10. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2011.01242.x>
- Kiili, K. (2005). Digital game-based learning: Towards an experiential gaming model. *The Internet and Higher Education*, 8(1), 13-24. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2004.12.001>

- Mayer, R. E. (2014). Computer games for learning: An evidence-based approach. MIT Press.  
<https://doi.org/10.7551/mitpress/9427.001.0001>
- Prensky, M. (2001). Digital game-based learning. McGraw-Hill. ISBN: 978-0071363440
- Squire, K. (2011). Video games and learning: Teaching and participatory culture in the digital age. Teachers College Press. ISBN: 978-0807752210
- Van Eck, R. (2006). Digital game-based learning: It's not just the digital natives who are restless. *EDUCAUSE Review*, 41(2), 16-30. <https://er.educause.edu/articles/2006/3/digital-gamebased-learning-its-not-just-the-digital-natives-who-are-restless>
- Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society: The development of higher psychological processes. Harvard University Press. ISBN: 978-0674576292
- Whitton, N. (2014). Digital games and learning: Research and theory. Routledge.  
<https://doi.org/10.4324/9780203095935>
- Wulandari, R., & Riajanto, M. J. (2021). Analisis kemampuan penalaran matematis siswa pada materi pola bilangan. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(2), 1562-1573.  
<https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i2.652>.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 *Logbook*

Tanggal	Kegiatan	Dokumentasi	Rencana Tindak Lanjut (RTL)
17 April 2025	Penyampaian 2 ide media pembelajaran ICT, yaitu GNOMON'S ECHO (hubungan bilangan poligonal dengan pythagoras) dan MATHBLOCKS (hubungan luas bangun datar) kepada dosen (Bu Ika Kurniasari)	<a href="#"><u>RANCANGAN IDE 1 MEDIA ICT (GNOMON'S ECHO)</u></a> <a href="#"><u>RANCANGAN IDE 2 MEDIA ICT (MATHBLOCKS)</u></a>	Merevisi rancangan ide media pembelajaran ICT sesuai arahan dosen (Bu Ika Kurniasari)
24 April 2025	Penyampaian tentang revisi ide dan materi matematika yang diambil dengan media pembelajaran ICT yaitu GNOMON'S ECHO (pola bilangan)	<a href="#"><u>REVISI RANCANGAN MEDIA ICT pada materi matematikanya yaitu pola bilangan (GNOMON'S ECHO)</u></a>	Pembuatan LKPD sebagai bahan ajar pendukung media ICT
1 Mei 2025	Pembuatan LKPD dari media ICT GNOMON'S ECHO sebagai bahan ajar pendukung media ICT	<a href="#"><u>LKPD GNOMON'S ECHO</u></a>	Presentasi terkait LKPD yang akan digunakan sebagai bahan ajar pendukung media ICT
8 Mei 2025	Presentasi LKPD GNOMON'S ECHO	<a href="#"><u>LKPD GNOMON'S ECHO</u></a>	Pembuatan media ICT GNOMON'S ECHO

15 Mei 2025	Presentasi pertama progres pembuatan media ICT GNOMON'S ECHO, pada tahap ini progresnya 50%	<a href="#">MEDIA ICT GNOMON'S ECHO</a>	Pembuatan tahap lanjut media ICT, revisi konten matematika pada pola bilangan
22 Mei 2025	Presentasi kedua progres pembuatan media ICT GNOMON'S ECHO, pada tahap ini progresnya 80%	<a href="#">MEDIA ICT GNOMON'S ECHO SEBELUM REVISI</a>	Pembuatan tahap lanjut media ICT, memperbaiki kode yang <i>error</i>
12 Juni 2025	Finishing proyek dan demonstrasi media ICT GNOMON'S ECHO	<a href="#">VIDEO DEMONSTRASI MEDIA ICT GNOMON'S ECHO MEDIA ICT GNOMON'S ECHO FINAL</a>	Proyek media ICT selesai

### **Lampiran 2 Rancangan *User Interface* dan *Sprite* Karakter serta Objek dalam Media ICT**

Dikarenakan konten gambar dan objek jumlahnya banyak dan dalam bentuk format yang berbeda-beda maka kami menyediakan lampirannya berupa *link* yang bisa diakses.

[Link aset \*sprite\* karakter dan desain rancangan awal](#)

[Link aset font pada media](#)

[Link aset audio pada media](#)

### **Lampiran 3 *Script* (kode pemrograman) yang Digunakan dalam Media ICT**

Dikarenakan kode pemrograman dalam media yang melimpah maka kami menyediakan lampirannya berupa *link* yang bisa diakses.

[Link \*script\* \(kode pemrograman\) pada media](#)