Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif
Volume 9, No. 6, November 2026

ISSN 2614-221X (print)
ISSN 2614-2155 (online)

DOI 10.22460/jpmi.v9i6.32435

MEDIA ADVENTURE OF STATISTIC BERBASIS GAME BASE LEARNING BERBANTUAN VBA EXCEL DAN KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS: PENELITIAN PENGEMBANGAN

Lu'lu Altiara Amriza[1], Asep Ikin Sugandi[2], Tina Rosyana[3]

[1,2,3] IKIP Siliwangi, Jl. Terusan Jenderal Sudirman, Cimahi, Indonesia
[1]lulualtiaraamriza@student.ikipsiliwangi.ac.id*, [2]asepikinsugandi@ikipsiliwangi.ac.id,
[3]tinarosyana@ikipsiliwangi.ac.id

ARTICLE INFO

Article History
Received Jun 13, 2026
Revised Jul 16, 2026
Accepted Nov 5, 2026

Keywords:
VBA Excel;
Game-Based Learning;
Mathematical Communication
Statistics

ABSTRACT

In reality, junior high school students' Mathematical communication skills are still relatively low. This study aims to develop a Game-Based Learning (GBL)-based media named "Adventure of Statistic" assisted by Visual Basic for Applications (VBA) Excel. The research method used is R&D with the ADDIE development model. The research subjects involved public junior high school students in Bandung Regency using a One-Group Pretest-Posttest design. The research instrumens used included expert validation sheets, practicality questionnaires, student response questionnaires, and mathematical communication skills tests. The results indicated that the media met the highly valid criteria based on evaluations from material, media, and practitioner experts. The media also met the highly practical criteria based on trial evaluations and received a highly positive response from students as users. Furthermore, the implementation of the media proved to be significantly effective in improving students' mathematical communication skills, as indicated by a normalized gain index in the high category. Thus, the media is viable, practical, and effective as an innovative solution in mathematics learning.

Corresponding Author:
Lu'lu Altiara Amriza,
IKIP Siliwangi
Cimahi, Indonesia
lulualtiaraamriza@student.ikipsiliwangi.ac.id

Kondisi di lapangan menunjukkan kemampuan komunikasi matematis siswa SMP masih tergolong rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media Adventure of Statistic berbasis Game-Based Learning (GBL) berbantuan Visual Basic for Applications (VBA) Excel pada materi statistika. Metode penelitian yang digunakan adalah R&D dengan model pengembangan ADDIE. Subjek penelitian melibatkan siswa SMP Negeri di Kabupaten Bandung dengan desain One-Group Pretest-Posttest. Instrumen penelitian yang digunakan meliputi lembar validasi ahli, angket kepraktisan, angket respon siswa, serta tes kemampuan komunikasi matematis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media memenuhi kriteria sangat valid berdasarkan penilaian dari para ahli materi, media, dan praktisi. Media ini juga memenuhi kriteria sangat praktis berdasarkan penilaian uji coba serta mendapatkan respon sangat positif dari siswa sebagai pengguna. Selanjutnya, penerapan media terbukti efektif secara signifikan dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa yang ditunjukkan oleh peningkatan dari nilai awal ke nilai akhir dengan perolehan indeks gain ternormalisasi yang masuk dalam kategori tinggi.

How to cite:

Amriza, L. A., Sugandi, A. I., & Rosyana, T. (2026). Media adventure of statistics berbasis game-based learning berbantuan VBA Excel dan kemampuan komunikasi matematis: Penelitian pengembangan. *JPMI – Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, *9*(6), 1719-1740.

PENDAHULUAN

Kemampuan komunikasi matematika merupakan salah satu kompetensi esensial yang harus dimiliki oleh siswa dalam pembelajaran matematika di sekolah menengah pertama (SMP). Sejalan dengan standar *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM), komunikasi matematis tidak sekedar aktivitas berbicara, melainkan sebuah kecakapan kritis bagi siswa untuk menyatakan, menjelaskan, menggambarkan, dan memodelkan ide-ide matematika ke dalam bentuk visual, lambang, maupun grafik secara akurat. Melalui penguasaan kemampuan ini, siswa mampu merefleksikan dan mengklarifikasi pemikiran mereka terhadap konsep-konsep matematika sehingga pemahaman yang terbentuk menjadi lebih bermakna dan terstruktur Suhenda & Munandar (2023).

Pentingnya komunikasi matematis juga ditegaskan oleh Siswanto & Meiliasari (2024), kemampuan komunikasi matematis merupakan sarana bagi siswa untuk menyampaikan ide, strategi, dan solusi dalam pemecahan masalah. Sejalan dengan itu, Wardhana & Lutfianto (2018) menegaskan bahwa komunikasi matematis merupakan proses penyampaian ide dan pengetahuan yang dapat diwujudkan baik dalam bentuk lisan (ujaran) maupun tulisan (penyajian ide secara tertulis). Oleh karena itu, kemampuan komunikasi dapat dipandang sebagai modal penting dalam kolaborasi dan penyelesaian persoalan matematika yang kompleks karena transfer pengetahuan antar siswa berlangsung secara efektif ketika mereka mampu mengungkapkan penalaran matematik nya dengan baik.

Menurut Khadijah et al. (2018), kemampuan komunikasi matematis merupakan aspek esensial dalam pembelajaran matematika karena menjadi sarana bagi siswa untuk memperjelas suatu masalah melalui penggunaan simbol, grafik, tabel, maupun diagram. Lebih lanjut dijelaskan bahwa kemampuan komunikasi matematis merupakan proses interaksi dalam pembelajaran matematika, di mana siswa saling bertukar pendapat serta menyampaikan gagasan mereka, baik kepada guru maupun sesama rekan kelas. Kemampuan ini juga mencerminkan representasi dari pemahaman mendalam siswa terhadap konsep matematika itu sendiri. Melalui komunikasi matematis, siswa diarahkan untuk membuat kesimpulan, menyusun rencana penyelesaian, dan menjelaskan strategi mereka secara relevan, sehingga siswa dapat mengorganisasi pemikirannya serta menerjemahkan model matematika bentuk gambar ke dalam bahasa biasa yang logis dan tepat.

Namun pada kenyataannya, kondisi di lapangan menunjukkan hal yang kontradiktif karena kemampuan komunikasi matematis siswa SMP secara umum dilaporkan masih berada pada kategori rendah. Hal ini diperkuat oleh hasil asesmen berskala internasional seperti PISA (*Programme for International Student Assessment*) serta Asesmen Kompetensi Minimum (AKM) di tingkat nasional, yang secara konsisten menunjukkan lemahnya kemampuan literasi dan penalaran matematis siswa Indonesia saat dihadapkan pada soal deskriptif. Berbagai evaluasi pembelajaran memperlihatkan bahwa sebagian besar siswa masih mengalami kesulitan yang signifikan dalam menerjemahkan masalah kontekstual ke dalam model atau simbol matematika, serta kurang mampu memberikan argumen logis secara tertulis.

Penelitian dari Herdiana & Zubainur (2019) mengidentifikasi bahwa rendahnya performa komunikasi siswa disebabkan oleh kecenderungan siswa yang hanya menghafal rumus tanpa memahami maknanya, serta jarangnya mereka dilibatkan dalam aktivitas yang menuntut penulisan ide matematis secara mandiri. Selain itu, penelitian Maharani et al. (2022) menjelaskan bahwa salah satu letak kesulitan terbesar siswa dalam menyelesaikan soal deskriptif berbasis masalah kontekstual adalah ketidakmampuan mereka dalam menganalisis data untuk membuat kesimpulan, mengambil keputusan, serta merancang kembali data dari

distribusi yang diberikan. Rendahnya capaian pada indikator-indikator tersebut menunjukkan masih adanya kesulitan siswa dalam memodelkan masalah kontekstual dan mengomunikasikan argumen matematisnya.

Sebagai solusi untuk mengatasi kesenjangan tersebut, diperlukan sebuah transformasi media pembelajaran interaktif yang mampu mengubah stigma statistika dari materi yang menjenuhkan menjadi aktivitas yang menyenangkan, yaitu melalui pengembangan media "Adventure of Statistic". Media ini dirancang dengan pendekatan *Game-Based Learning* (GBL) yang memanfaatkan pemrograman VBA (*Visual Basic for Applications*) dalam Microsoft Excel. Melalui media petualangan berbasis game ini, materi statistika dikemas ke dalam berbagai misi dan tantangan interaktif. Sejalan dengan hal tersebut, penelitian dari Safitri & Rusdini (2026) menemukan bahwa model pembelajaran gamifikasi terbukti secara signifikan dapat meningkatkan motivasi belajar siswa karena prosedur aktivitasnya yang dinamis dan interaktif mampu mendorong keterlibatan aktif di dalam kelas. Sejalan dengan itu, Rose & Johnson, (2025) mengatakan bahwa penyampaian materi melalui pendekatan naratif dan media kreatif berbasis teknologi terbukti efektif dalam memicu tingkat motivasi yang tinggi serta keterlibatan emosional siswa.

Pemanfaatan *VBA Excel* dipilih sebagai basis pengembangan karena memiliki aksesibilitas yang sangat tinggi di lingkungan sekolah tanpa menuntut spesifikasi perangkat keras yang rumit. VBA sendiri merupakan bahasa pemrograman yang terintegrasi di dalam Microsoft Excel untuk menciptakan fitur makro dan perintah otonom yang interaktif. Hal ini diperkuat oleh temuan Azzahra et al. (2024) yang menyatakan bahwa Microsoft Excel merupakan salah satu perangkat lunak yang relatif mudah diakses dan telah tersedia pada sebagian besar komputer sekolah, sehingga berpotensi menjadi alternatif media pembelajaran matematika yang efektif, terutama pada sekolah dengan keterbatasan sarana teknologi. Selain mudah digunakan, Excel mampu memvisualisasikan konsep-konsep matematika secara dinamis tanpa memerlukan perangkat lunak khusus yang kompleks.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis *VBA Excel* memiliki karakteristik interaktif yang mampu meningkatkan keterlibatan siswa dalam pembelajaran matematika. Selain mampu meningkatkan motivasi belajar (Linda & Sugandi, 2021) menyatakan bahwa *VBA Excel* dapat menyajikan materi secara interaktif dan meningkatkan motivasi belajar siswa. Selanjutnya, Pertiwi et al. (2025) menunjukkan bahwa media *VBA Excel* dapat memfasilitasi pengembangan kemampuan komunikasi matematis melalui aktivitas pemecahan masalah, sedangkan Ariani (2017) mengemukakan bahwa penerapan strategi pembelajaran interaktif berkontribusi signifikan dalam membangun kemampuan komunikasi matematis karena memfasilitasi siswa untuk mengomunikasikan gagasan, memberikan penjelasan, serta menuangkan hasil pemikiran mereka. Oleh karena itu, visualisasi dinamis, umpan balik langsung, dan aktivitas eksploratif yang tersedia pada media *VBA Excel* berpotensi menstimulasi kemampuan komunikasi visual maupun tekstual siswa dalam menginterpretasikan data, membaca representasi grafik, serta mengungkapkan ide matematis secara terstruktur.

Dukungan terhadap keefektifan komponen-komponen seperti *Adventure of Statistics*, *Game Based Learning*, dan *VBA Excel* diperkuat oleh sejumlah hasil penelitian terdahulu, di antaranya hasil penelitian Ariani (2020) yang menyatakan bahwa pendekatan berbasis game menciptakan lingkungan belajar yang interaktif untuk meningkatkan keterlibatan siswa secara aktif dalam proses pembelajaran. Selanjutnya, riset yang dilakukan oleh Rose & Johnson (2025) mengemukakan bahwa pembelajaran berbasis cerita (*storytelling*) menggunakan platform digital mampu memicu motivasi tinggi dan meningkatkan fleksibilitas kognitif siswa dalam

proses pemecahan masalah, karena alur cerita serta tantangan yang disajikan mendorong siswa untuk mengeksplorasi, menginterpretasikan, dan mengembangkan strategi penyelesaian secara aktif. Di sisi lain, penelitian dari Ruqoyyah et al. (2020) menjelaskan bahwa media interaktif berbasis *VBA Excel* mendorong siswa untuk menginterpretasikan informasi matematika dan menyusun strategi penyelesaian secara sistematis, yang merupakan bagian penting dalam membangun kemampuan pemahaman konsep matematis siswa.

Lebih lanjut, studi dari Aryani & Rachmawati (2025) mengemukakan bahwa penerapan *Game-Based Learning* berbantuan *Nearpod* menghasilkan peningkatan kemampuan komunikasi matematis yang lebih baik dibandingkan pembelajaran konvensional. Hal ini terjadi karena proses pembelajaran dilakukan melalui permainan edukatif dan diskusi kelompok yang mendorong siswa untuk saling berkolaborasi, berinteraksi, serta mengeksplorasi materi dengan cara yang menyenangkan. Terakhir, penelitian oleh Pertiwi et al. (2023) mengemukakan bahwa media pembelajaran berbasis VBA Excel mampu menyajikan materi matematika secara interaktif sehingga pembelajaran menjadii lebih menarik, tidak membosankan, dan membuat siswa lebih mudah memahami serta memaknai konsep yang dipelajari.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji penggunaan media berbasis *VBA Excel* maupun pendekatan pembelajaran inovatif dalam meningkatkan kemampuan matematis siswa, seperti kemampuan penalaran dan pemecahan masalah. Namun, penelitian yang secara khusus mengintegrasikan media pembelajaran berbantuan *VBA Excel* dengan pendekatan *Game-Based Learning* untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa masih terbatas. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan media pembelajaran yang inovatif dengan mengkombinasikan teknologi dan pendekatan pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan siswa. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran berbantuan *Visual Basic for Application (VBA)* pada *Microsoft Excel* berbasis pendekatan *Game-Based Learning* untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa SMP.

Meskipun komponen-komponen seperti GBL dan *VBA Excel* telah banyak diteliti, keterbaruan (*novelty*) dari penelitian ini terletak pada integrasi penuh secara holistik antara konsep game petualangan yang kaya narasi (*Adventure of Statistic*) dengan pemanfaatan fungsionalitas logika *VBA Excel* yang dikhususkan secara spesifik untuk mengeksplorasi materi statistika dan mengukur kemampuan komunikasi matematis siswa. Selama ini, penggunaan *Microsoft Excel* di kelas mayoritas hanya sebatas sebagai alat bantu hitung rumus atau pembuatan tabel pasif, bukan sebagai basis dari sebuah media game petualangan yang interaktif dan otonom. Dengan demikian, penggabungan aspek narasi game, pemrograman *VBA*, dan fokus peningkatan kemampuan komunikasi matematis menjadii ciri utama yang membedakan penelitian ini dari penelitian-penelitian sebelumnya.

Berdasarkan seluruh uraian yang telah dipaparkan, penelitian ini dilakukan dengan arah dan orientasi yang jelas. Adapun tujuan dari penelitian pengembangan ini adalah untuk menghasilkan media *"Adventure of Statistic"* berbasis *Game-Based Learning* berbantuan VBA Excel yang memenuhi kriteria kevalidan dan kepraktisan. Melalui pemenuhan kriteria tersebut, penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui efektivitas media dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa pada materi statistika. Dengan demikian, kehadiran media ini diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif solusi inovatif dalam menciptakan pembelajaran matematika yang lebih interaktif dan bermakna.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan atau *Research and Development* (R&D) yang bertujuan untuk menghasilkan produk Media Pembelajaran Berbantuan Visual Basic Application for Excel dengan menggunakan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Menurut Sultan dan Kasim (2024) model pengembangan ADDIE merupakan pendekatan yang efektif dalam merancang dan mengembangkan pengalaman belajar yang berkualitas. Dengan mengikuti lima tahap yang sistematis, yaitu analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi, pengembang dapat memastikan bahwa proses pembelajaran dapat memenuhi kebutuhan peserta didik. Prosedur pengembangan dilakukan melalui lima tahapan utama sebagai berikut:

Tahap analisis yang diawali dengan mengidentifikasi kebutuhan, tujuan pembelajaran, dan karakteristik siswa sebagai landasan pengembangan media. Fokus analisis diarahkan pada hambatan siswa dalam mengkomunikasikan ide-ide matematika secara tertulis dan formal akibat keterbatasan media visual untuk konsep yang abstrak. Berdasarkan masalah tersebut, penerapan pendekatan game based learning (GBL) berbantuan *VBA Excel* dipilih sebagai solusi alternatif. Melalui permainan berbasis makro *Excel*, siswa dirangsang untuk aktif bernalar, memecahkan tantangan, dan mengkomunikasikan ide matematis mereka dalam suasana kelas yang interaktif tanpa merasa tertekan. Selanjutnya tahap desain, peneliti menyusun konsep media yang meliputi tata letak visual, alur permainan, dan logika pemrograman, sekaligus menyiapkan instrumen penelitian seperti angket validasi, kepraktisan, respons siswa, dan instrumen evaluasi.

Selanjutnya tahap pengembangan yang menjadi jembatan untuk merealisasikan rancangan visual dan instrumen ke dalam kode pemrograman makro dan basis data Microsoft Excel sesuai dengan storyboard. Prototipe media yang dihasilkan kemudian melalui proses validasi teoritis oleh para ahli untuk mendapatkan masukan perbaikan, sementara instrumen tes kemampuan komunikasi matematik diuji coba secara empiris di luar sampel untuk mengukur kualitas soal. Setelah dinyatakan layak, produk memasuki tahap implementasi melalui uji coba terbatas pada kelompok kecil untuk mendeteksi kendala teknis awal. Penelitian kemudian dilanjutkan dengan uji coba lapangan skala luas menggunakan metode kuasi eksperimen (*One-Group Pretest-Posttest Design*) pada satu kelas VIII, dimana siswa diberikan perlakuan belajar dengan media VBA Excel di antara sesi pretest dan posttest.

Berikutnya tahap evaluasi, yang dilakukan secara berkelanjutan untuk mengukur kualitas akhir dari proses pengembangan. Evaluasi dalam penelitian ini terbagi menjadi dua bentuk, yaitu formatif dan sumatif. Evaluasi formatif berjalan secara simultan di setiap akhir tahapan ADDIE, seperti revisi kode program saat mendapati *error* di tahap pengembangan atau perbaikan instruksi permainan yang membingungkan siswa saat uji coba kelompok kecil (uji coba terbatas). Sementara itu, evaluasi sumatif dilakukan setelah seluruh data dari tahap implementasi terkumpul. Peneliti menganalisis data kuantitatif dari nilai skor angket (validasi, kepraktisan, dan respon) serta nilai hasil tes (*pretest* dan *posttest*).

Dalam Penelitian ini subjek dibagi menjadi dua tahap uji coba untuk melihat kelayakan media secara bertahap. Penelitian ini sendiri dilaksanakan pada semester genap Tahun Ajaran 2025/2026 di SMP Negeri kabupaten Bandung. Tahap pertama adalah uji coba terbatas yang melibatkan kelompok kecil sebanyak 12 orang siswa kelas IX dengan kemampuan heterogen di luar sampel utama untuk mendeteksi kendala teknis dan kepraktisan media. Setelah direvisi, tahap kedua dilanjutkan dengan uji coba lapangan skala luas yang melibatkan 1 kelas VIII utuh (35 siswa) sebagai kelas eksperimen tunggal untuk mengukur dampak nyata penggunaan media

di kelas. Untuk mengumpulkan data dari subjek, digunakan instrumen penelitian yang terdiri dari instrumen tes dan non tes. Instrumen tes berupa 3 butir soal uraian kemampuan komunikasi matematik yang disusun berdasarkan 3 indikator, yaitu: kemampuan menghubungkan benda nyata, gambar, diagram, dan tabel ke dalam ide matematika; kemampuan menjelaskan ide, situasi dan hubungan matematika dengan benda nyata, gambar, grafik, tabel, dan aljabar; kemampuan menyatakan peristiwa atau ide yang dikemukakan melalui bahasa atau simbol-simbol matematika. Sebelum digunakan, soal tes ini divalidasi secara empiris melalui uji coba di luar sampel dengan subjek satu kelas (IX) untuk mengukur kelayakan butir soal. Untuk instrumen non-tes terdiri dari 4 jenis angket, yaitu angket validasi media, angket validasi materi, angket kepraktisan, dan angket respon siswa.

Untuk menghitung persentase skor dari data angket kualitas produk (validitas, kepraktisan, dan respon pengguna), digunakan rumus perhitungan persentase kelayakan sebagai berikut:

$$p = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimum}} \times 100\%$$

Tabel Interpretasi dari uji kevalidan dan kepraktisan menurut Sugandi et al. (2026), disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2 berikut ini:

Tabel 1. Kriteria Kevalidan

Presentase	Kriteria
$0 \leqslant P \leq 20$	Sangat Kurang Valid
$20 < P \leq 40$	Kurang Valid
$40 < P \leq 60$	Cukup Valid
$60 < P \leq 80$	Valid
$80 < P \leq 100$	Sangat Valid

Tabel 2. Kriteria Kepraktisan

Presentase	Kriteria
$0 \leqslant P \leq 20$	Sangat Kurang Praktis
$20 < P \leq 40$	Kurang Praktis
$40 < P \leq 60$	Cukup Praktis
$60 < P \leq 80$	Praktis/Efektif
$80 < P \leq 100$	Sangat Praktis

Selanjutnya, untuk mengukur tingkat peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa antara sebelum dan sesudah perlakuan, dilakukan analisis gain ternormalisasi (*N-Gain*). Perhitungan indeks g (*N-Gain*) dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$g = \frac{S_f - S_i}{S - S_i}$$

Dengan keterangan: g adalah skor gain ternormalisasi (*N-Gain*), S_f adalah skor tes akhir (*posttest*), S_i adalah skor tes awal (*pretest*), dan Smax adalah skor maksimum ideal yang mungkin dicapai siswa. Tingkat perolehan skor gain ternormalisasikan menurut Meltzer (Pengestuti et al., 2022). dikelompokkan ke dalam tiga kategori sebagai berikut:

Tabel 3. Skor Uji Gain

Besarnya Gain	Interpretasi
$0{,}70 \leq$ N-Gain ≤ 1	Tinggi
$0{,}30 <$ N-Gain $\leq 0{,}70$	Rendah
$0 <$ N-Gain $\leq 0{,}30$	Sedang

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil pada tahap analisis untuk mengidentifikasi masalah fundamental dalam pembelajaran matematika di SMP Negeri yang ada di Kabupaten Bandung. Melalui observasi serta wawancara kepada guru ditemukan beberapa aspek krusial yang berkaitan dengan kurikulum, karakteristik siswa, dan kompetensi dasar yang dirangkum pada Tabel 4.

Tabel 4. Temuan Analisis Kurikulum, Kebutuhan Siswa dan Guru, dan Kemampuan Awal

Komponen Riset Awal	Hasil Temuan	Kesimpulan Kebutuhan
Analisis Kurikulum	Memetakan kompetensi yang akan diintegrasikan ke dalam sistem, khususnya pada materi statistika untuk tingkat Sekolah Menengah Pertama (SMP).	Analisis kurikulum menunjukkan materi statistika memerlukan pendekatan visual dan interaktif yang dapat diintegrasikan dengan sistem *VBA Excel*.
Analisis Kebutuhan Siswa dan Guru	Kurangnya kemampuan komunikasi matematik siswa SMP Negeri di daerah Kabupaten Bandung melalui observasi dan wawancara guru. Kurangnya variasi media interaktif yang dapat mempermudah siswa memahami materi abstrak. Karakteristik siswa yang merupakan generasi *digital native* yang memiliki fokus dan kegigihan tinggi saat bermain *game*. Dan kecemasan siswa terhadap matematika sehingga mereka merasa takut untuk menyampaikan ide-ide matematika.	Solusi dari penemuan ini adalah mengembangkan media pembelajaran interaktif yang berbasis *VBA Excel* dengan pendekatan *Game-Based Learning* (GBL) sebagai sebuah solusi alternatif yang menyenangkan, kompetitif, dan kontekstual.
Analisis Kemampuan Awal	Berdasarkan data empiris (melalui nilai *pretest*), ditemukan bahwa kemampuan komunikasi matematik siswa masih tergolong kurang.	Pengembangan media berbasis GBL ini didasarkan pada kebutuhan untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa secara signifikan dari nilai awal mereka.

Tahap kedua adalah desain, yang bertujuan untuk merancang *prototipe* media pembelajaran berdasarkan hasil analisis yang ditemukan. Tahap ini diawali dengan penyusunan peta konsep materi statistika dan pembuatan *storyboard* untuk mengatur tata letak permainan. Peneliti merancang sistem permainan berbasis acak data, dimana fitur *VBA Excel* akan memunculkan deretan data acak yang dinamis, lalu siswa ditantang untuk menghitung dan menginput langsung jawaban nilai modus, median, rata-rata, jangkauan, kuartil, dan simpangan kuartil. Bersamaan dengan itu, dilakukan pemilihan warna, aset visual, gambar pendukung, dan tombol navigasi agar tampilan media pembelajaran menarik dan tidak membosankan bagi siswa SMP. Selanjutnya peneliti juga merancang instrumen penilaian yang diselaraskan dengan indikator kemampuan komunikasi matematis siswa. Seluruh rancangan awal ini dikemas ke dalam format *Games-Based Learning* yang kompetitif dan siap direalisasikan pada tahap pengembangan. Berikut media pembelajaran *VBA Excel* yang telah dirancang:



Gambar 1. Rancangan Awal Media

Pada tampilan awal pada media pembelajaran, terdapat halaman pembuka yang menampilkan judul dan sebuah tombol mulai. Ketika tombol tersebut di klik, system akan mengarahkan ke halaman utama menu yang menyajikan dua pilihan aktivitas, yaitu tombol video dan tombol siap bermain. Tombol video dirancang untuk menampilkan video kontekstual mengenai penerapan materi statistika dalam kehidupan sehari-hari untuk memberikan stimulus dan pengetahuan awal bagi siswa. Untuk tombol siap bermain akan mengarahkan siswa masuk ke dalam rangkaian tantangan matematika interaktif yang terbagi menjadi enam level permainan secara bertahap. Untuk memudahkan menggunakan media, seluruh level permainan dilengkapi dengan komponen navigasi dan control yang seragam. Komponen tersebut meliputi tombol acak data, tombol cek untuk memeriksa ketepatan jawaban, tombol reset untuk mengosongkan kembali kotak acak data serta kolom inputan, tombol kembali, dan tombol lanjut untuk melanjutkan ke level berikutnya. Selain itu, sistem ini juga menerapkan fitur *feedback* visual instan berupa warna pada kotak acak data serta kotak input jawaban, di mana kutak akan otomatis berubah menjadi berwarna. Untuk kotak input jawaban akan berubah warna menjadi hijau jika jawaban siswa benar dan berubah menjadi warna merah jika jawaban siswa salah.

Rangkaian tantangan permainan dimulai dari level 1 yang berfokus pada materi modus, di mana siswa disajikan 14 kotak data acak untuk dianalisis nilai yang paling sering muncul setelah siswa menekan tombol acak data. Setelah menyelesaikan level pertama, siswa dapat berlanjut ke level 2 yang berfokus pada materi median atau nilai tengah, di mana ada ada 21 kotak data acak. Selanjutnya pada level 3, focus beralih pada materi mean atau rata-rata dengan menyajikan tantangan yang terdiri dari 10 kotak data acak. Pada level 4, ditantang untuk menentukan nilai jangkauan yang terdiri dari 15 kotak data acak dengan menghitung data terbesar dan nilai terkecil yang muncul pada kotak data acak. Selanjutnya level 5, tantangan pada level ini menjadi lebih kompleks, di mana pada level 5 siswa dihadapkan pada materi

kuartil dengan disajikan 15 kotak data acak dan diharuskan mengisi tiga kotak jawaban sekaligus yang meliputi nilai kuartil bawah (Q1), kuartil tengah (Q2), dan kuartil atas (Q3). Sebagai babak akhir permainan, level 6 menyajikan materi simpangan kuartil yang terdiri dari 15 kotak data acak, di mana siswa di tantang untuk menghitung nilai simpangan kuartil dengan mencari Q3 dan Q1.

Langkah ketiga adalah tahap pengembangan, pada langkah ini bertujuan untuk merealisasikan rancangan *prototipe* media pembelajaran berbasis *VBA Excel* dengan pendekatan *Game-Based Learning* (GBL) menjadi produk siap pakai yang valid dan praktis. Proses pada tahap ini berfokus pada uji validitas melalui *expert appraisal* (penilaian ahli). Proses validasi teoritis ini melibatkan dosen dan guru untuk menguji kesesuaian konten matematika, kualitas desain, serta fungsi teknis dari pemrograman *VBA Excel*. Berdasarkan proses validasi, diperoleh beberapa saran, kritik dan masukan dari para ahli untuk menyempurnakan media pembelajaran. Validasi ini diukur menggunakan instrumen lembar validasi, yang kemudian dianalisis untuk mendapatkan kevalidan pada masing-masing aspek.

Berdasarkan proses validasi, diperoleh beberapa saran, kritik, dan masukan dari para ahli untuk menyempurnakan media pembelajaran. Validasi ini diukur menggunakan instrumen lembar validasi, yang kemudian dianalisis untuk mendapatkan kevalidan pada masing-masing aspek. Hasil analisis menunjukkan bahwa aspek materi mendapatkan kategori sangat valid, sedangkan aspek media mendapatkan kategori sangat valid. Setelah melakukan revisi berdasarkan masukan para ahli, produk dinyatakan valid dan siap untuk diimplementasikan di lapangan. Berikut hasil revisi dari kritik dan saran oleh para ahli yang disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Media Pembelajaran (setelah direvisi)

Setelah dinyatakan layak oleh para ahli, media pembelajaran ini kemudian masuk ke tahap implementasi melalui dua kali uji coba, yaitu uji coba terbatas dan uji coba luas pada siswa SMP Negeri di Kabupaten Bandung. Uji coba terbatas dilakukan pada kelompok kecil yang terdiri dari 12 siswa untuk melihat keterbacaan media dan kendala teknis awal. Instrumen pengambilan data ini menggunakan dua jenis angket yaitu angket kepraktisan media dan angket respon siswa. Angket kepraktisan diisi oleh siswa untuk mengukur tingkat kepraktisan media dalam pembelajaran. Aspek yang diukur meliputi kebermanfaatan, kemenarikan, keterbaruan, dan keterbantuan.

Dari angket kepraktisan, diperoleh hasil dengan kategori sangat praktis. Angket respon siswa, angket ini diisi oleh siswa untuk melihat tanggapan mengenai aspek ketertarikan, kemudahan penggunaan, kejelasan materi, *game based learning*, dan kemampuan komunikasi matematis. Tak hanya itu, angket respon siswa juga bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan produk secara nyata berdasarkan pengalam langsung mereka sebagai pengguna media pembelajaran di kelas. Melalui angket ini, peneliti dapat mengetahui sejauh mana media ini mampu menciptakan suasana belajar matematika yang menyenangkan, kompetitif, dan kontekstual bagi siswa. Dari uji coba terbatas ini, diperoleh respon siswa awal dengan kategori sangat positif.

Setelah dilakukan perbaikan minor, media kemudian diujicobakan pada skala yang lebih luas dalam uji coba luas. Dalam tahap ini melibatkan 35 siswa Sekolah Menengah Pertama. Media pembelajaran yang diterapkan pada tahap ini merupakan produk final yang telah melalui proses perbaikan dan penyempurnaan berdasarkan masukan dari para ahli materi, ahli media, serta praktisi pada tahap evaluasi sebelumnya, sehingga media ini dinyatakan layak untuk diimplementasikan dalam pembelajaran nyata. Langkah pertama adalah mengidentifikasikan pengetahuan awal siswa dengan memberikan instrumen *pretest.* Langkah kedua adalah melaksanakan proses inti pembelajaran matematika pada materi statistika dengan mengintegrasikan media pembelajaran interaktif berbasis *VBA Excel.*

Penggunaan media ini bertujuan guna menciptakan suasana belajar yang interaktif dan berbasis permainan agar mempermudah siswa memahami konsep matematika. Setelah seluruh rangkaian proses pembelajaran dengan media tersebut selesai dilaksanakan, peneliti memberikan tes akhir berupa instrumen *posttest* kepada 35 siswa. Ini bertujuan untuk mengidentifikasikan, mengukur, dan menganalisis secara objektif tingkat peningkatan kemampuan komunikasi matematik siswa sebelum dan sesudah diberikan perlakuan menggunakan media pembelajaran.

Pada tahap inilah keefektifan media diukur secara nyata melalui pemberian *pre-test* dan *post-test*, serta pengisian angket respon akhir oleh siswa. Hasil evaluasi di lapangan selama uji coba luas menunjukkan adanya lonjakan nilai rata-rata kelas yang cukup signifikan, di mana nilai siswa meningkat saat *post-test*. Selain efektif, media ini juga terbukti sangat praktis digunakan berdasarkan angket kepraktisan di akhir pembelajaran dengan kriteria sangat praktis. Sedangkan pada angket respon siswa mendapat kategori sangat positif.

Tahap kelima adalah *Evaluation* (Evaluasi), yang dilakukan untuk meninjau kembali seluruh proses pengembangan sekaligus menganalisis efektivitas media secara kuantitatif dan kualitatif. Secara statistika inferensial, hasil analisis data *pretest* dan *posttest* menunjukkan adanya pengaruh signifikan serta peningkatan kemampuan komunikasi matematik siswa (kriteria *N-Gain* tinggi) setelah diberikan perlakuan. Melalui evaluasi sumatif ini, ditemukan bahwa fitur *visual feedback* instan berupa perubahan warna otomatis saat siswa menginput jawaban terbukti menjadi keunggulan utama yang menstimulasi *working memory* siswa untuk mengevaluasi kesalahan secara mandiri. Integrasi pendekatan *Game-Based Learning* yang kompetitif dan

kontekstual pada media *VBA Excel* ini berhasil mereduksi kecemasan matematika (*math anxiety*) siswa, meningkatkan kemandirian belajar, serta terbukti secara empiris mendongkrak kemampuan komunikasi matematik siswa SMP secara merata. Setelah seluruh masukan disempurnakan, produk akhir *Adventure of Statistics* ini dinyatakan siap digunakan sebagai media pembelajaran matematika pada materi statistika secara lebih luas.

Tahap pengembangan diawali dengan proses validasi teoritis yang bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan produk sebelum diujicobakan secara langsung di kelas. Proses penilaian atau *expert appraisal* ini melibatkan pakar di bidangnya, yaitu satu orang dosen ahli di bidang pendidikan matematika, serta dua orang guru matematika tingkat SMP. Ketiga pakar tersebut memberikan penilaian objektif mengenai kesesuaian materi, kualitas desain visual, serta keandalan sistem pemrograman *VBA Excel* menggunakan instrumen lembar validasi. Adapun rangkuman hasil dari uji validasi ahli media dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Kelayakan Media

Aspek	Jumlah Skor	*Score Max*	*Persentase*	Interpretasi
Aspek Tampilan (Desain Visual dan Estetika)	48	60	80,83%	
Kesesuaian Materi	12	12	100,00%	
Ketepatan Level Kesulitan	12	12	100,00%	
Keterkaitan dengan Kemampuan Komunikasi Matematika	10	12	83,33%	
Interaktivitas	11	12	91,67%	Sangat Valid
Aspek Kemudahan Penggunaan (*Usability* dan Navigasi)	60	72	83.33%	
Aspek Pemanfaatan Teknologi (Aplikasi Excel VBA)	45	48	93,75%	
Aspek Kebahasaan dan Komunikasi (Teks dalam Media)	55	60	91,67%	
Rata-Rata Persentase Kumulatif			90,57%	Sangat Valid

Uji kelayakan media terhadap beberapa aspek dan fungsi pemrograman *VBA Excel* yang dikembangkan. Berdasarkan data hasil kelayakan media, aspek tampilan (desain visual dan estetik) memperoleh persentase sebesar 80,83% maka masuk ke dalam kategori sangat valid. Pada aspek kesesuaian materi memperoleh persentase sebesar 100,00% dimana ini masuk ke dalam kategori sangat valid. Lalu pada aspek ketepatan level kesulitan memperoleh persentase sebesar 100,00% yang masuk ke dalam kategori sangat valid. Selanjutnya, pada aspek keterkaitan dengan kemampuan komunikasi matematis memperoleh persentase sebesar 83,33% yang terkategorikan sangat valid. Aspek interaktivitas memperoleh persentase sebesar 91,67% maka masuk kedalam kategori sangat valid. Pada aspek kemudahan penggunaan (*usability* dan navigasi) memperoleh persentase sebesar 83,33% yang berarti berkategorikan sangat valid.

Aspek Pemanfaatan Teknologi (Aplikasi *VBA Excel*) memperoleh persentase sebesar 93,75% yang masuk kedalam kategori sangat valid. Selanjutnya, aspek kebahasaan dan komunikasi (teks dalam media) memperoleh persentase sebesar 91,67% yang berkategorikan sangat valid. Secara keseluruhan, diperoleh rata-rata persentase sebesar 90,57% yang masuk dalam kategori sangat valid. Hasil akhir interpretasi ini membuktikan bahwa media pembelajaran berbasis Pendekatan *Game-Based learning* menggunakan *VBA Excel* ini berada

pada kategori sangat valid. Maka dari segi visual, keterbacaan, sistem navigasi, dan fungsi otomatis acak data, media ini dinyatakan sangat layak untuk diujicobakan dalam proses pembelajaran matematika di kelas. Selanjutnya, rekapitulasi penilaian dari ahli materi disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Kelayakan Materi

Aspek	Jumlah Skor	*Score Max*	*Persentase*	Interpretasi
Kesesuaian Materi dengan Kurikulum dan Karakteristik Siswa	51	60	85,00%	Sangat Valid
Kebenaran Konsep Matematika	42	48	87,50%	
Penerapan Pendekatan *Game Based Learning*	49	60	81,67%	
Stimulasi Kemampuan Komunikasi Matematika	49	60	81,67%	
Kebahasaan	28	36	77,78%	Valid
Rata-Rata Persentase Kumulatif			82,72%	Sangat Valid

Berdasarkan data pada Tabel 6 di atas, dapat diketahui hasil uji kelayakan materi oleh para ahli dan praktisi terhadap media pembelajaran yang dikembangkan. Validator memberikan penilaian aspek kesesuaian materi dengan kurikulum dan karakteristik siswa dengan persentase sebesar 85,00% yang termasuk dalam kategori sangat valid. Selanjutnya penilaian pada aspek kebenaran konsep matematika memperoleh persentase sebesar 87,50% yang berada pada kriteria sangat valid. Aspek penerapan pendekatan *game-based learning*, yaitu diperoleh persentase sebesar 81,67% dengan kategori sangat valid. Selanjutnya, pada aspek stimulasi kemampuan komunikasi matematika memperoleh persentase sebesar 81,67% yang berkategori sangat valid. Pada aspek kebahasaan memperoleh persentase sebanyak 77,78% yang berkategorikan valid. Secara keseluruhan, diperoleh rata-rata persentase kelayakan materi dari semua aspek penilai sebesar 82,72%. Hasil akhir interpretasi ini menunjukkan bahwa muatan materi statistika yang diintegrasikan ke dalam media pembelajaran berbasis *VBA Excel* ini berada pada kategori sangat valid. Maka isi materi pada media tersebut dinyatakan layak dan siap digunakan untuk diimplementasikan dalam proses pembelajaran siswa SMP guna meningkatkan kemampuan komunikasi matematik.

Setelah produk dinyatakan layak oleh para ahli, media pembelajaran berbantuan *VBA Excel* ini masuk ke tahap implementasi yang diawali dengan uji coba terbatas pada kelompok kecil. Uji coba ini bertujuan untuk melihat keterbacaan media, kesesuaian alur game, serta mengidentifikasi kendala teknis awal di lapangan. Aspek kepraktisan media pada tahap ini dinilai melalui angket kepraktisan yang diisi oleh siswa. Proses pengumpulan data pada uji coba terbatas ini dilakukan dengan melibatkan kelompok kecil siswa SMP tingkat atas yang terdiri dari 12 siswa. Instrumen pengambilan data ini menggunakan dua jenis angket yaitu angket kepraktisan media dan angket respon siswa. Angket kepraktisan diisi oleh siswa untuk mengukur tingkat kepraktisan media dalam pembelajaran. Aspek yang diukur meliputi kebermanfaatan, kemenarikan, keterbaruan, dan keterbantuan. Berikut rangkuman hasil dari angket kepraktisan yang disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Angket Kepraktisan (Uji Terbatas)

Aspek	Jumlah Skor	*Score Max*	Presentase	Interpretasi
Kebermanfaatan	191	240	79,58%	Praktis
Kemenarikan	197		82,08%	Sangat Praktis
Keterbaruan	195		81,25%	Sangat Praktis
Keterbantuan	197		82,08%	Sangat Praktis
Rata-Rata Persentase Kumulatif			82,08%	Sangat Praktis

Berdasarkan data pada tabel 7, hasil uji kepraktisan menunjukkan capaian yang positif pada setiap aspek yang dinilai. Pada aspek kebermanfaatan, diperoleh persentase sebanyak 79,58% yang termasuk pada kategori praktis. Untuk aspek kemenarikan, media ini mendapatkan respon yang sangat baik dengan persentase 82,08% yang berada pada kategori sangat praktis. Selanjutnya, penilaian pada aspek keterbaharuan menghasilkan persentase sebesar 81,25% yang termasuk dalam kategori sangat praktis. Dan yang terakhir, pada aspek keterbuatan yang memperoleh persentase sebesar 82,08% yang memenuhi kategori sangat praktis. Secara interpretasi keseluruhan ini menegaskan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan berada pada kategori sangat praktis. Hal ini membuktikan daya Tarik visual yang tinggi, menyajikan unsur kebaruan bagi siswa, serta efektif membantu guru dan siswa dalam pembelajaran matematika di kelas.

Tahap berikutnya adalah uji coba luas yang dilakukan pada kelas sesungguhnya dengan melibatkan 35 siswa untuk menguji konsistensi kemudahan penggunaan media saat diterapkan secara massal. Pada tahap ini, siswa kembali diminta mengisi angket kepraktisan untuk menilai apakah aspek kebermanfaatan, kemenarikan, keterbaruan, dan keterbantuan media masih tetap terjaga dengan baik dalam skala kelas yang besar. Data hasil analisis angket kepraktisan pada uji coba luas dirangkum dalam tabel 9 berikut:

Tabel 9. Hasil Angket Kepraktisan (Uji Luas)

Aspek	Jumlah Skor	*Score max*	Persentase	Interpretasi
Kebermanfaatan	570	700	81,43%	Sangat Praktis
Kemenarikan	577	700	82,43%	
Keterbaruan	577	700	82,43%	
Keterbantuan	584	700	83,43%	
Rata-Rata	577	700	82,43%	Sangat Praktis

Berdasarkan data hasil analisis angket kepraktisan pada uji coba luas yang disajikan dalam Tabel 9, produk yang dikembangkan secara keseluruhan dinilai sangat praktis oleh responden. Hal ini dibuktikan dengan perolehan rata-rata skor sebesar 577 dari skor maksimal 700, yang menghasilkan persentase rata-rata mencapai 82,43% dengan kategori sangat praktis. Jika ditinjau dari masing-masing indikator, aspek keterbantuan memperoleh penilaian tertinggi dengan jumlah skor 584 atau sebesar 83,43%. Diikuti oleh aspek kemenarikan dan keterbaruan yang masing-masing memperoleh skor yang sama, yaitu sebesar 577 dengan persentase 82,43%. Sementara itu, aspek kebermanfaatan mendapatkan skor terendah di antara aspek lainnya yaitu sebesar 570 dengan persentase 81,43%. Meskipun demikian, seluruh aspek tersebut secara konsisten tetap berada pada kategori interpretasi yang sama, yaitu sangat praktis. Capaian ini menunjukkan bahwa produk yang diujicobakan dalam skala luas tidak hanya menarik dan memberikan unsur kebaruan, tetapi juga terbukti memberikan kebermanfaatan nyata serta sangat membantu penggunanya dalam proses pembelajaran.

Setelah mengukur aspek kepraktisan melalui persepsi siswa, langkah krusial berikutnya dalam tahap uji coba luas adalah menguji tingkat keefektifan media yang dikembangkan. Pengujian keefektifan ini bertujuan untuk melihat dampak nyata penggunaan media berbasis VBA Excel dengan pendekatan *Game-Based Learning* terhadap peningkatan kemampuan komunikasi matematik siswa pada materi statistika. Data keefektifan diperoleh secara empiris melalui perbandingan nilai siswa sebelum (*pre-test*) dan sesudah (*post-test*) diberikan perlakuan, yang kemudian dianalisis menggunakan rumus *N-Gain score*. Adapun hasil lengkap dari analisis data statistik deskriptif tersebut disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Deskriptif Kemampuan Komunikasi

Parameter	Skor Rata-Rata	Simpangan Baku	Kategori
Pretest	4,80	1,92	Rendah
Posttest	10,29	1,23	Tinggi
N-Gain Score	0,76	0,16	Tinggi

Berdasarkan tabel 8, hasil pada uji coba luas menunjukkan adanya peningkatan kemampuan pemahaman konsep siswa yang sangat positif setelah menggunakan media pembelajaran interaktif berbasis *VBA Excel*. Pada kondisi awal sebelum diberikan perlakuan (*pretest*), skor rata-rata kelas yang diperoleh siswa sebesar 4,80 dengan nilai simpangan baku (*standard deviation*) mencapai 1,92. Capaian rata-rata yang rendah ini menempatkan kemampuan awal komunikasi matematik siswa pada kategori rendah. Setelah siswa melaksanakan proses pembelajaran statistika berbantuan media interaktif berbasis VBA Excel dengan pendekatan Game-Based Learning (GBL), hasil akhir (posttest) menunjukkan perubahan yang signifikan.

Nilai rata-rata kelas meningkat menjadi 10,29, sehingga secara kualitatif performa kelas berhasil meningkat masuk ke dalam kategori tinggi. Selain peningkatan pada skor rata-rata, indikator keberhasilan media ini juga terlihat dari simpangan baku posttest yang mengecil menjadi 1,23 (turun dari nilai semula sebesar 1,92). Penurunan nilai simpangan baku ini mengindikasikan bahwa sebaran data nilai siswa setelah menggunakan media menjadi lebih merapat ke nilai rata-rata kelas. Secara keseluruhan, perbandingan hasil kedua tes tersebut menghasilkan nilai peningkatan (gain) sebesar 5,49. Angka pertumbuhan skor yang tinggi ini memberikan sebuah bukti yang kuat bahwa pembelajaran matematika yang dikombinasikan dengan unsur permainan lewat sistem VBA Excel terbukti efektif dalam memicu dan meningkatkan kemampuan komunikasi matematik siswa.

Berdasarkan hasil analisis uji N-Gain Score yang tertera pada tabel diatas, diperoleh nilai rata-rata (mean) N-Gain Score untuk kelas VIII sebesar 0,76 atau jika dipersentasekan sebesar 76,26%. Berdasarkan kriteria pemaknaan nilai N-Gain, peroleh indeks 0,76 ini berada pada rentang > 0,70 dimana menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan komunikasi matematik siswa setelah proses pembelajaran berada pada kriteria tinggi. Nilai standar deviasi N-Gain sebesar 0,16 juga mengindikasikan bahwa peningkatan kemampuan ini terjadi secara merata pada mayoritas siswa di kelas tersebut.

Langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian hipotesis untuk membuktikan secara inferensial apakah peningkatan kemampuan komunikasi matematik siswa bersifat signifikan atau tidak. Sebagai syarat mutlak menentukan jenis uji statistik yang akan digunakan, maka dilakukan uji normalitas terlebih dahulu terhadap sebaran data pretest dan posttest. Melalui ukuran sampel penelitian yang berjumlah 35 siswa, analisis data dilakukan menggunakan metode Shapiro-Wilk. Hasil pengujian normalitas data tersebut disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Uji Normalitas Kemampuan Komunikasi Matematik

Shapiro-Wilk	Statistic	df	Sig.
Pretest	0,919	35	0,014
Posttest	0,911	35	0,008

Berdasarkan hasil uji normalitas menggunakan metode Shapiro-wilk karena ukuran sampel penelitian berjumlah 35 responden. Diketahui bahwa kedua instrumen data, baik *pretest* maupun *posttest,* memiliki nilai signifikan yang lebih kecil dari 0,05. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa keseluruhan data dalam penelitian ini tidak berdistribusi normal. Karena asumsi normalitas untuk penggunaan statistika parametrik tidak terpenuhi, maka pengujian hipotesis untuk mengukur pengaruh media pembelajaran *Adventure of Statistics* tidak dapat menggunakan *Paired Samples T-Test*. Oleh karena itu, analisis data dilanjutkan dengan menggunakan uji statistika non-parametrik, yaitu Wilcoxon *Signed-Ranks Test.* Hasil dari uji statistik non-parametrik (Uji Wilcoxon *Signed-Ranks Test*) disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Wilcoxon *Signed-Ranks Test*

Posttest-Pretest	
Z	-5,193
Asymp. Sig (2-tailed)	<0,001

Selanjutnya, berdasarkan tabel Test Statistics, diperoleh nilai sebesar -5,193 dengan nilai Asymp. Sig. (2-tailed) sebesar < 0,001. Karena nilai signifikansi tersebut jauh lebih kecil dari taraf signifikansi yang ditentukan (0,000 < 0,05), maka Keputusan uji adalah menolak H0 dan menerima Ha. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan dari penggunaan media pembelajaran *Adventure of Statistics* terhadap peningkatan kemampuan komunikasi siswa antara sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) perlakuan diberikan.

Selanjutnya angket respon siswa, angket ini diisi oleh siswa untuk melihat tanggapan mengenai aspek ketertarikan, kemudahan penggunaan, kejelasan materi, *game based learning*, dan kemampuan komunikasi matematis. Angket respon siswa juga bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan produk secara nyata berdasarkan pengalam langsung mereka sebagai pengguna media pembelajaran di kelas. Dengan angket ini, peneliti dapat mengetahui sejauh mana media ini mampu menciptakan suasana belajar matematika yang menyenangkan, kompetitif, dan kontekstual bagi siswa. Berikut rangkuman hasil angket respon siswa yang disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Angket Respon Siswa (Uji Terbatas)

Aspek	Jumlah Skor	*Score Max*	Persentase	Interpretasi
Ketertarikan	166	192	86,46%	Sangat Positif
Kemudahan Penggunaan	157		81,77%	Sangat Positif
Kejelasan Materi	170		88,54%	Sangat Positif
Game Based Learning	164		85,42%	Sangat Positif
Kemampuan Komunikasi Matematik	165		85,94%	Sangat Positif
Rata-Rata Persentase Kumulatif			85,63%	Sangat Positif

Pada data yang disajikan dalam tabel 11 mengenai hasil uji respon siswa, diperoleh capaian penilaian yang sangat baik pada seluruh indikator. Pada aspek ketertarikan, diperoleh jumlah persentase sebanyak 86,46%yang dapat dikategorikan sangat positif. Untuk aspek kemudahan

penggunaan, mendapatkan persentase sebanyak 81,77% yang masuk pada kategori sangat positif. Selanjutnya, penilaian siswa pada aspek kejelasan materi menghasilkan persentase sebanyak 88,54% yang dapat dikategorikan sangat positif. Pada aspek kesesuaian penerapan *Game-Based Learning*, diperoleh persentase sebanyak 85,42% yang termasuk pada kategori sangat positif. Dan pada aspek kontribusi media terhadap kemampuan komunikasi matematis, siswa memberikan penilaian dengan persentase sebanyak 85,94% yang termasuk pada kategori sangat positif. Hasil interpretasi keseluruhan membuktikan bahwa media pembelajaran interaktif berbasis *VBA Excel* ini dinilai sangat positif dengan persentase sebesar 85,63%. Hal ini mengindikasikan bahwa media permainan acak data statistika yang dikembangkan tidak hanya menarik secara visual dan mudah dioperasikan, melainkan juga efektif memfasilitaskan peningkatan kemampuan komunikasi matematik siswa SMP melalui lingkungan belajar yang interaktif dan menyenangkan.

Guna memperkuat data, angket respon siswa juga disebarkan kembali kepada seluruh peserta didik di akhir pembelajaran. Angket respon ini bertujuan untuk melihat bagaimana tanggapan, persepsi, dan kesan personal siswa setelah menyelesaikan seluruh tantangan permainan matematika dalam skala penuh. Data respon siswa pada tahap uji coba luas ini disajikan secara rinci pada tabel 12 berikut:

Tabel 12. Hasil Angket Respon Siswa (Uji Luas)

Aspek	Jumlah Skor			
Ketertarikan	536	*Score max*	Persentase	Interpretasi
Kemudahan Penggunaan	516	560	85,90%	
Kejelasan Materi	551	560	82,69%	
Game Based Learning	541	560	88,30%	Sangat Positif
Kemampuan Komunikasi Matematik	526	560	86,70%	
Rata-Rata	534	560	84,29%	

Berdasarkan tabel 12, hasil analisis angket respon siswa pada uji coba luas menunjukkan penilaian yang sangat positif terhadap media pembelajaran interaktif *VBA Excel* yang dikembangkan. Pada aspek ketertarikan diperoleh persentase sebanyak 85,90% yang dapat dikategorikan sangat positif. Lalu pada aspek kemudahan penggunaan capaian persentase sebesar 82,69% yang dapat dikategorikan sangat positif. Aspek kejelasan materi, mendapat capaian paling tinggi sebesar 88,30% yang dikategorikan sangat positif. Aspek *Game Based Learning* diperoleh persentase sebanyak 86,70% yang dapat dikategorikan sangat positif. Selanjutnya aspek kemampuan komunikasi matematik yang mencapai persentase sebanyak 84,29% yang dapat dikategorikan sangat positif. Hasil keseluruhan, perhitungan rata-rata persentase dari keseluruhan aspek berhasil mencapai 85,58% yang termasuk dalam kategori sangat positif.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pengembangan media pembelajaran *Adventure of Statistics* yang berbantuan *Visual Basic Application* (VBA) *for Excel* memiliki tingkat efektivitas yang tinggi dan dikategorikan efektif dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematik siswa antara sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) diberikan perlakuan.

Pembahasan

Berdasarkan hasil di atas, dapat disimpulkan bahwa pengembangan media *Adventure of Statistics* berbasis *Game-Based Learning* berbantuan *VBA Excel* untuk meningkatkan kemampuan komunikasi siswa SMP telah sesuai dengan model ADDIE. Kesesuaian lima tahapan ini diperkuat oleh Rustandi & Rismayanti (2021) yang membuktikan bahwa alur

ADDIE mulai dari analisis kebutuhan hingga evaluasi komponen teknologi, pedagogi, dan konten (TPACK) dalam setiap fasenya selaras dengan temuan Musdalifa & Dimpudus (2024). Kerangka kerja ini efektif mentransformasikan materi matematika yang abstrak menjadi pengalaman digital luring (*offline*) yang dinamis, interaktif, bermakna, dan ramah terhadap kebutuhan siswa.

Ditinjau dari aspek kelayakan, media pembelajaran yang dikembangkan ini mendapatkan penilaian dari para validator ahli media dan ahli materi dengan kategori sangat valid. Hasil uji kelayakan oleh ahli media menunjukkan kesimpulan akhir bahwa produk berada pada kategori sangat valid. Hal ini sesuai dengan kriteria interpretasi kevalidan produk yang diadaptasi dalam penelitian Sugandi et al. (2026), dimana persentase nilai pada rentang 80% hingga 100% termasuk dalam kategori sangat valid. Aspek yang menjadi keunggulan mutlak dari media yang dikembangkan terletak pada aspek kesesuaian materi, ketepatan level kesulitan, serta pemanfaatan teknologi aplikasi *Excel VBA*, Hasil ini didukung oleh Temuan tersebut sejalan dengan penelitian Arsyad et al. (2021) yang mengembangkan media pembelajaran matematika berbasis Visual Basic.

Penelitian tersebut menunjukkan bahwa media memperoleh kategori sangat valid berdasarkan penilaian ahli materi, ahli media, dan praktisi karena memenuhi kesesuaian isi, tampilan, bahasa, dan aspek teknis sehingga layak digunakan dalam pembelajaran matematika. Lebih lanjut dari penelitian Utami et al. (2026) mengenai pengembangan *Mathventure*, yaitu media interaktif kontekstual berbantuan *VBA Excel*. Penelitian tersebut melaporkan bahwa media memperoleh tingkat validasi yang sangat tinggi dari ahli media, ahli materi, dan ahli bahasa. Kevalidan tersebut dicapai karena media dirancang sesuai karakteristik peserta didik, memiliki tampilan yang menarik, navigasi yang mudah digunakan, serta menyajikan aktivitas pembelajaran yang sistematis sehingga layak digunakan dalam pembelajaran matematika.

Temuan serupa dari hasil penelitian Azzahra et al. (2024) menunjukkan bahwa penggunaan *Visual Basic for Applications* (VBA**)** *Excel* dalam pembelajaran matematika mampu mendukung penyajian media yang interaktif dan meningkatkan aktivitas belajar serta kemampuan penalaran matematis peserta didik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa VBA Excel memiliki karakteristik yang sesuai untuk digunakan sebagai platform pengembangan media pembelajaran matematika karena mampu mengintegrasikan berbagai fitur multimedia, navigasi otomatis, serta umpan balik secara langsung kepada peserta didik.

Jika dikomparasikan dengan tren penelitian modern, seperti yang dipaparkan oleh Maghfirah & Jasiah (2024) mengenai efektivitas pengembangan modul interaktif melalui platform Canva, media berbasis Canva memang unggul dari segi estetika visual yang modern. Namun, platform teks statis atau infografis semacam itu memiliki keterbatasan komputasional yang mendasar ketika digunakan untuk pengolahan angka yang dinamis. Disinilah letak keunggulan komparatif dari makro *VBA Excel* yang mampu bertindak sebagai mesin hitung otomatis sekaligus alat peraga visual yang adaptif, memberikan solusi dualistik yang tidak dimiliki oleh platform desain grafis standar lainnya.

Sementara itu, jika ditinjau dari tingkat kepraktisan pada tahap uji coba terbatas maupun uji luas , media ini memperoleh kategori sangat praktis, didukung oleh respon yang sangat baik pada aspek kemenarikan, keterbantuan, keterbaruan, dan kebermanfaatan. Hal ini sejalan hasil penelitian yang menyatakan bahwa tingginya tingkat kepraktisan media pembelajaran matematika dipengaruhi oleh beberapa karakteristik, yaitu media yang menarik perhatian siswa, membantu memahami materi, memberikan pengalaman belajar yang baru melalui pemanfaatan

teknologi, serta memberikan manfaat nyata dalam proses pembelajaran (Munika et al., 2022; Sidik et al., 2023; Khofia & Chotimah, 2023).

Berdasarkan uraian pada bagian hasil dapat disimpulkan bahwa penerapan media *Adventure of Statistic berbasis Game-Based Learning* berbantuan *VBA Excel* sangat efektif dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa. Efektivitas media *Adventure of Statistic* berbasis *Game-Based Learning* berbantuan VBA Excel dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis didukung oleh temuan berbagai penelitian sebelumnya. Penerapan *Game-Based Learning* terbukti meningkatkan kemampuan komunikasi matematis karena mendorong siswa aktif berdiskusi, mengemukakan ide, dan menjelaskan strategi penyelesaian masalah (Aryani et al., 2025). Selain itu, penggunaan media berbasis VBA Excel mampu memvisualisasikan konsep matematika secara interaktif sehingga mempermudah siswa dalam mengkomunikasikan ide dan menyelesaikan masalah (Pertiwi et al., 2025; Azzahra et al., 2024). Oleh karena itu, integrasi *Game-Based Learning* dengan *VBA Excel* pada media Adventure of Statistic memiliki landasan empiris yang kuat untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa.

Argumentasi mengenai keunggulan aspek psikologis dan kognitif dari permainan ini sejalan dengan analisis dari Salsabila & Setyaningrum (2019) melalui game *Statistics in Arctic* yang menemukan bahwa karakteristik usia siswa menengah masih berada pada fase transisi yang memiliki kecenderungan bermain yang sangat tinggi, sehingga integrasi unsur game membuat proses retensi memori terhadap materi menjadi lebih kuat dan bertahan lama dibandingkan dengan metode ceramah konvensional yang monoton. Efektivitas pendekatan digital berbasis permainan ini diperkuat oleh temuan eksperimen dalam penelitian Radityastuti et al. (2023) yang membuktikan secara empiris bahwa model Digital *Game-Based Learning* (DGBL) memiliki keunggulan yang signifikan dibandingkan dengan model pembelajaran konvensional maupun *Problem-Based Learning* (PBL) karena kemampuannya memfasilitasi siswa melalui proses pembelajaran yang aktif, mandiri, dan berpusat pada pengalaman langsung siswa dalam menyelesaikan rintangan digital.

Berdasarkan hasil yang telah disajikan dapat disimpulkan bahwa Respon siswa terhadap media *Adventure Of Statistic* Berbasis *Game Base Learning* Berbantuan *VBA Excel* berada pada kategori sangat positif. Lebih lanjut, keterlibatan aktif siswa (*student engagement*) yang tinggi didukung secara empiris oleh Fajrin & Hasanuddin (2026) yang mengemukakan bahwa model pembelajaran berbasis permainan terbukti secara signifikan mampu meningkatkan motivasi intrinsik siswa di dalam kelas. Keunggulan operasional ini bekerja secara maksimal berkat adanya fitur *feedback* visual instan (*immediate feedback*) yang dirancang pada sistem permainan. Karakteristik visual level permainan mulai dari analisis modus, median, rata-rata, jangkauan, kuartil, hingga babak akhir simpangan kuartil yang dilengkapi sistem kontrol navigasi otomatis (*acak data*, *cek*, *reset*, *kembali*, *lanjut*).

Ketika siswa melakukan kesalahan input, kotak jawaban akan otomatis berubah warna melalui pemrograman logika *VBA Excel*, dan sebaliknya akan berubah menjadi warna kontras jika jawaban siswa benar. Umpan balik otomatis ini memaksa fungsi kognitif siswa bekerja maksimal untuk langsung mengevaluasi kesenjangan pemahamannya secara *real-time*. Proses evaluasi kekeliruan secara langsung inilah yang merangsang memori kerja (*working memory*) siswa kelas VIII untuk secara aktif membandingkan letak kesalahan hitung mereka dengan jawaban sistem, sehingga pada tantangan berikutnya mereka mampu mengekspresikan dan mengomunikasikan ide-ide statistika dengan argumen yang jauh lebih logis, valid, dan runtut. Lingkungan belajar yang aktif dan adaptif ini terbukti sangat krusial dalam membangun karakter afektif siswa, yang sebagaimana dijabarkan dalam penelitian (Gultom, 2024) mampu

meningkatkan kemandirian belajar (*independent learning*) siswa secara signifikan sehingga tantangan matematika yang rumit sekalipun dapat dihadapi dan diselesaikan siswa dengan penuh rasa percaya diri.

Meskipun media pembelajaran *Adventure of Statistics* telah terbukti memberikan kontribusi efektivitas yang tinggi, peneliti secara objektif memandang adanya beberapa keterbatasan teknis dan metodologis yang perlu dievaluasi demi penyempurnaan di masa mendatang. Keterbatasan pertama terletak pada aspek kompatibilitas perangkat keras, dimana media berbasis macro *VBA Excel* ini hanya dapat beroperasi secara optimal pada perangkat komputer atau laptop dengan sistem operasi desktop tertentu (seperti Windows atau mac OS) yang menjalankan aplikasi *Microsoft Excel* versi penuh. Media ini belum mendukung atau akan mengalami penurunan fungsionalitas kode pemrograman yang drastis apabila dipaksakan berjalan melalui perangkat smartphone atau tablet berbasis Android/iOS yang aplikasi Excel-nya tidak mendukung pengeksekusian fitur makro secara utuh. Keterbatasan kedua berkaitan dengan ruang lingkup pengukuran kemampuan komunikasi matematis dalam penelitian ini yang masih didominasi oleh indikator komunikasi tertulis (*written communication*), seperti kemampuan siswa menyusun argumen di lembar jawab atau mengisi kuis digital, sedangkan aspek komunikasi lisan (*oral communication*) secara verbal belum terekam secara sistematis melalui sistem penilaian internal media ini.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal yang utama. Pertama, proses pengembangan media pembelajaran *Adventure of Statistics* berbasis *Visual Basic for Application* (VBA) Excel dengan pendekatan *Game-Based Learning* (GBL) telah berjalan dengan baik sesuai dengan lima tahapan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Kedua, kelayakan media pembelajaran *Adventure of Statistics* berbasis *Game Based Learning* berbantuan VBA Excel berada pada kategori "sangat valid". Oleh sebab itu, media pembelajaran ini dinyatakan layak untuk digunakan dalam pembelajaran statistika. Ketiga, Tingkat kepraktisan media pembelajaran *Adventure of Statistik berbasis Game Based Learning* berbantuan VBA Excel berada pada kategori "sangat praktis", sehingga media ini terbukti praktis untuk digunakan dalam proses pembelajaran. Keempat, Penerapan media pembelajaran *Adventure of Statistik berbasis Game Based* L*earning* berbantuan *VBA Excel* sangat efektif dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa. Kelima, respon siswa terhadap . media pembelajaran *Adventure of Statistik berbasis Game Based Learning* berbantuan *VBA Excel* berada pada kategori "sangat positif". Berdasarkan hasil penelitian dan keterbatasan yang ditemukan di lapangan, saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah diarahkan pada pengembangan media secara multiplatform. Mengingat media *Adventure of Statistics* berbasis *Game Based Learning* berbantuan *VBA Excel* ini memiliki keterbatasan teknis di mana fitur makronya hanya dapat berjalan optimal pada perangkat komputer atau laptop, peneliti selanjutnya disarankan untuk mengadaptasi konsep *Game-Based Learning* ke dalam aplikasi berbasis mobile (Android/iOS) atau platform web. Langkah ini diharapkan dapat memperluas aksesibilitas media, sehingga siswa dapat belajar dan melatih kemampuan komunikasi matematis nya secara mandiri di rumah melalui gawai (*smartphone*) mereka masing-masing.

DAFTAR PUSTAKA

Ariani, D. (2020). Gamifikasi untuk pembelajaran. *Jurnal Pembelajaran Inovatif*, *03*(02), 144–149. https://doi.org/https://doi.org/10.21009/JPI.032.09

Ariani, D. N. (2017). Strategi peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa SD/MI. *Jurnal Madrasah Ibtidaiyah (MUALLIMUNA)*, *3*(1), 96–107. https://doi.org/http://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/muallimuna ISSN:

Arsyad, N., Nasrullah, N., & Anggriani, A. R. (2021). Pengembangan media pembelajaran matematika berbasis Visual Basic untuk siswa kelas VIII SMP. *Issues in Mathematics Education (IMED)*, *5*(2), 154–163. https://doi.org/10.35580/imed23848.

Aryani, I., Juariah, & Rachmawati, T. K. (2025). Peningkatan kemampuan komunikasi matematis melalui game based learning berbantuan nearpod. *Numerical: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, *9*, 7–8. https://doi.org/https://doi.org/10.25217/numerical.v9i2.6549

Azzahra, A., Rohaeti, E. E., & Nurjaman, A. (2024). *M*edia visual basic for application (vba) excel dalam meningkatkan kemampuan penalaran dan keaktifan belajar melalui penerapan model. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, *7*(4), 665–674. https://doi.org/10.22460/jpmi.v7i4.23736

Azzahra, A., Rohaeti, E. E., & Nurjaman, A. (2024b). Media visual basic for application (VBA) excel dalam meningkatkan kemampuan penalaran dan keaktifan belajar melalui penerapan model problem based learning. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, *7*(4), 665–674. https://doi.org/https://doi.org/10.22460/jpmi.v7i4.23736

Fajrin, F. N. R., & Hasanuddin. (2026). Efektivitas game-based learning dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa : systematic literature review. *Jurnal Pendidikan Sosial Dan Humaniora*, *5*(3), 3173–3185. https://doi.org/https://publisherqu.com/index.php/pediaqu/article/view/4466 .

Gultom, D. A. (2024). Implementasi model pembelajaran berbasis konstruktivisme untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematik dan kemandirian siswa. *Nucleus*, 23–28. https://doi.org/https://doi.org/10.37010/nuc.v5i1.1509

Herdiana, Y., & Zubainur, C. M. (2019). Kemampuan representasi matematis dan self confidence siswa smp melalui penerapan model problem based learning (PBL). *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika AL-QALASADI*, *3*(2), 23–35. https://doi.org/https://doi.org/10.32505/qalasadi.v3i2.1250

Khadijah, I. N. A., Maya, R., & Setiawan, W. (2018). Analisis kemampuan komunikasi matematis siswa smp pada materi statistika. *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, *1*(6), 1095–1104. https://doi.org/https://doi.org/10.22460/jpmi.v1i6.p1095-1104

Khofia, N., & Chotimah, S. (2023). Kepraktisan lkpd aritmatika sosial dengan berbantuan live worksheets pada siswa smp. *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, *6*(6), 2295–2306. https://doi.org/https://doi.org/10.22460/jpmi.v6i6.13775

Linda, R., & Sugandi, A. I. (2021). Efektivitas bahan ajar etica berbasis VBA dengan kompetensi pedagogik abad 21 untuk meningkatkan kemampuan penalaran. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, *5*(3), 2890–2901. https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i1.6232

Maghfirah, ulfa, & Jasiah. (2024). Development of an interactive digital module using canva on the topic of infak and sedekah as a means of strengthening students' digital literacy. *MASALIQ Jurnal Pendidikan Dan Sains*, *5*, 147–159. https://doi.org/https://doi.org/10.58578/masaliq.v5i1.4436

Maharani, A. S., Chotimah, S., & Senjayawati, E. (2022). Analisis kesulitan siswa smp dalam mengerjakan soal materi statistika. *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, *5*(4), 1121–1128. https://doi.org/10.22460/jpmi.v5i4.1121-1128

Munika, R. D., Marsitin, R., & Sesanti, N. R. (2022). E-LKPD berbasis problem based learning disertai kuis interaktif matematika untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis. *Jurnal Tadris Matematika*, *4*(November 2021), 201–214. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21274/jtm.2021.4.2.201-214

Musdalifa, & Dimpudus, A. (2024). Integrasi TPACK (Technological , Pedagogical , and Content Knowledge) dalam pembelajaran matematika materi bentuk aljabar. *Jurnal Arjuna*, *2*(3), 266–275. https://doi.org/https://doi.org/10.61132/arjuna.v2i3.877

Utami, D., Rohaeti, E. E., & Setiawan, W. (2026). Pengembangan mathventure : media interaktif kontekstual vba excel untuk meningkatkan. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)* *9*(2), 367–392. https://doi.org/10.22460/jpmi.v9i2.31344

Pengestuti, Muhtarom, & Nugroho, A. A. (2022). Efektivitas kegiatan sains terhadap peningkatan

keterampilan bercerita dan kepercayaan diri anak usia 5-6 tahun. *Jurnal Dimensi Pendidikan*, *18*(2). https://doi.org/https://journal.upgris.ac.id/index.php/DIMENSI/article/view/12470

Pertiwi, C. M., Rohaendi, N., & Dani, G. S. R. (2025). problem solving approach and learning media based on vba excel as an effort to improve the mathematical communication skills of elementary school students. *Jurnal Cakrawala Pendas*, *11*(2), 418–430. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.31949/jcp.v11i2.13237 p-ISSN:

Pertiwi, C. M., Rosyana, T., Supardi, A. F., & Al, A. M. (2023). Implementasi imatic (interactive mathematic comic) berbasis vba-excel pada materi matematika smp untuk kemampuan literasi dan numerasi calon guru matematika di era society. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif) 5.0*. *6*(6), 2139–2148. https://doi.org/10.22460/jpmi.v6i6.15442

Radityastuti, E. Y., Lukman, H. S., & Agustiani, N. (2023). Implementasi digital game-based learning untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah matematis siswa smp. *AXIOM: Jurnal Pendidikan Dan Matematika*, *12*(1), 96–105. https://doi.org/https://doi.org/10.30821/axiom.v12i1.16047

Rose, M. S., & Johnson, M. (2025). The power of storytelling : creatively facilitating conceptual change in the classroom. *Journal of Educational Research & Practice*, *15*, 1–18. https://doi.org/https://doi.org/10.5590/JSBHS.2025.19.1635

Ruqoyyah, S., Murni, S., & Linda. (2020). Kemampuan pemahaman konsep dan resiliensi matematika dengan VBA microsoft excel. *CV. The Alea Jacta Pedagogie*. https://books.google.co.id/books?id=R2IXEAAAQBAJ

Rustandi, A., & Rismayanti. (2021). Penerapan model ADDIE dalam pengembangan media pembelajaran di SMPN 22 kota samarinda. *Jurnal Fasilkom*, *11*(2), 57–60. https://doi.org/https://doi.org/10.37859/jf.v11i2.2546

Safitri, A. M., & Rusdini, S. E. (2026). Pengaruh model pembelajaran gamifikasi educaplay terhadap motivasi belajar siswa pada pembelajaran IPS di SMPN 22 semarang. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Indonesia (JPPI)*, *6*, 276–286. https://doi.org/https://doi.org/10.53299/jppi.v6i1.3516

Salsabila, N. H., & Setyaningrum, W. (2019). Pengembangan media pembelajaran matematika berbasis game: statistics in arctic. *MANDALIKA: Mathematics and Educations Journal*, *1*. https://doi.org/https://doi.org/10.29303/jm.v1i1.1248

Sidik, Z. M., Susanto, Suwito, A., Setiawan, T. B., & Safrida, L. N. (2023). Kepraktisan dan keefektifan penggunaan E-LKPD konteks sosial budaya berbantuan workbook geogebra terhadap kemampuan numerasi peserta didik pada materi limas. *Jurnal Tadris Matematika*, *6*(2), 231–244. https://doi.org/https://ejournal.uinsatu.ac.id/index.php/jtm/article/view/8313

Siswanto, E., & Meiliasari, M. (2024). Kemampuan pemecahan masalah pada pembelajaran matematika: sistematic literature review. *JRPMS (Jurnal Riset Pembelajaran Matematika Sekolah)*, *8*(1), 45–59. https://doi.org/https://doi.org/10.21009/jrpms.081.06

Sugandi, A. I., Haryono, U., & Maya, R. (2026). Peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis melalui pengembangan e-lkpd berbasis rme berbantuan geogebra. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, *15*(1), 695–709. https://doi.org/https://doi.org/10.24127/ajpm.v15i1.14502 ISSN 2089-8703 (Print) ISSN 2442-5419 (Online) PENINGKATAN

Suhenda, L. L. A., & Munandar, D. R. (2023). Kemampuan komunikasi matematis siswa dalam pembelajaran matematika. *Journal Education*, *9*(2), 1100–1107. https://doi.org/10.31949/educatio.v9i2.5049

Wardhana, I. R., & Lutfianto, M. (2018). Analisis kemampuan komunikasi matematis siswa ditinjau dari kemampuan matematika siswa. *UNION: Jurnal Pendidikan Matematika*, *6*(2), 173–184. https://doi.org/10.30738/.v6i2.2213

Zamsiswaya, Syawaluddin, & Syahrizul. (2024). Pengembangan model ADDIE (Analysis , Design , Development , Implementation , Evaluation). *Jurnal Pendidikan Tambusai*, *8*, 46363–56369. https://doi.org/https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/22709.