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

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

DOI 10.22460/jpmi.v9i6.32639

PENGEMBANGAN MEDIA EXCEMATIKA BERBANTUAN VBA FOR EXCEL DENGAN PENDEKATAN SAINTIFIK UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN KONEKSI MATEMATIS SISWA

Salsabila Aljetira Rosadi*[1], Anik Yuliani[2], Devi Nurul Yuspriyati[3]

[1,2,3] IKIP Siliwangi, Jl. Terusan Jenderal Sudirman, Cimahi, Indonesia
[1]salsabilaar@student.ikipsiliwangi.ac.id* [2]anikyuliani@ikipsiliwangi.ac.id
[3]deviyuspriyati86@ikipsiliwangi.ac.id

ARTICLE INFO

Article History
Received Jun 21, 2026
Revised Oct 5, 2026
Accepted Nov 5, 2026

Keywords:
EXCEMATIKA;
VBA for Excel;
Scientific Approach;
Mathematical Connection Skills;
Learning Media

ABSTRACT

The development of EXCEMATIKA learning media based on Microsoft Excel and Visual Basic for Applications (VBA) was designed to optimize students' mathematical connection ability in statistics. This study applied the R&D method guided by the 4D model. The research subjects included 27 students at a Madrasah Tsanawiyah in West Bandung Regency. Product feasibility was evaluated by three media validators and three material validators, while its practicality and effectiveness were tested directly through small-scale and large-scale trials. The validation score for EXCEMATIKA media reached 80.67% from media experts (very valid) and 76.97% from material experts (valid). In the practicality testing phase, this product recorded 82.50% for the small scale and 86.59% for the large scale, placing both in the very practical category. Meanwhile, media effectiveness was confirmed by an increase in the average posttest score exceeding the pretest. Based on the Wilcoxon Signed-Rank test, an Asymp. Sig. (2-tailed) value < 0.001 was obtained, indicating a significant difference in students' mathematical connection ability before and after utilizing the media.

Corresponding Author:
Salsabila Aljetira Rosadi,
IKIP Siliwangi
Cimahi, Indonesia
salsabilaar@student.ikipsiliwangi.ac.id

Pengembangan media pembelajaran EXCEMATIKA berbasis Microsoft Excel dan Visual Basic for Applications (VBA) dirancang untuk mengoptimalkan kemampuan koneksi matematis siswa pada materi statistika. Penelitian ini menerapkan metode R&D berpanduan model 4D. Subjek penelitian mencakup 27 siswa salah satu Madrasah Tsanawiyah di wilayah Kabupaten Bandung Barat. Kelayakan produk dievaluasi oleh tiga validator media serta tiga validator materi, sedangkan tingkat kepraktisan dan efektivitasnya diuji langsung melalui uji coba skala terbatas dan luas. Perolehan skor validasi media EXCEMATIKA mencapai 80,67% dari ahli media (sangat valid) serta 76,97% dari ahli materi (valid). Pada tahap pengujian kepraktisan, produk ini mencatatkan persentase 82,50% untuk skala kecil dan 86,59% untuk skala besar, menempatkan keduanya pada kriteria sangat praktis. Sementara itu, efektivitas media dikonfirmasi oleh peningkatan nilai rata-rata *posttest* melampaui *pretest*. Berdasarkan uji *Wilcoxon Signed-Rank*, diperoleh nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* < 0,001 yang mengindikasikan adanya perbedaan signifikan dalam kemampuan koneksi matematis siswa antara sebelum dan sesudah memanfaatkan media.

How to cite:

Rosadi, S. A., Yuliani, A., & Yuspriyati, D. N. (2026). Pengembangan media Excematika berbantuan VBA for excel dengan pendekatan saintifik untuk meningkatkan kemampuan koneksi matematis siswa. *JPMI – Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, *9*(6), 1757-1772.

PENDAHULUAN

Matematika merupakan bidang ilmu yang tersusun secara sistematis dengan prinsip-prinsip yang saling berkesinambungan. Keterkaitan antar konsep di dalamnya dikenal sebagai koneksi matematika (Nurafni & Pujiastuti, 2019). Memiliki kemampuan merajut koneksi matematika merupakan suatu hal yang wajib dipelajari dan dikembangkan. Sejalan dengan pendapat Ruspiani (seperti dikutip dalam Siagian, 2016), kemampuan koneksi matematika mencerminkan kapasitas dalam menghubungkan berbagai gagasan matematis, baik antartopik dalam matematika sendiri maupun dengan bidang ilmu lainnya, yang sangat krusial untuk pemecahan masalah matematika. Melalui kompetensi ini, siswa mampu memahami persoalan matematika secara komprehensif. Sumarmo (2010) menjelaskan bahwa ruang lingkup koneksi matematika meliputi kegiatan: 1) mencari hubungan antara berbagai representasi dan prosedur; 2) memahami hubungan antarkonsep matematika; 3) menerapkan matematika pada bidang studi lain atau kehidupan sehari-hari; 4) mencari koneksi atau prosedur lain dalam representasi yang ekuivalen; serta 5) menggunakan koneksi antar topik matematika dan antar topik dengan topik lain.

Hasil wawancara bersama guru matematika di lokasi penelitian menunjukkan bahwa siswa masih mengalami kendala dalam mengaitkan berbagai konsep matematika. Mereka terus menghadapi kesulitan menghubungkan prinsip-prinsip matematis, baik antar sumber berbeda maupun saat menerapkannya secara nyata pada persoalan sehari-hari. Fenomena ini menguatkan kebutuhan mendesak untuk meningkatkan kemampuan koneksi matematis siswa. Hal tersebut sejajar dengan kajian terdahulu yang mengabarkan bahwa penguasaan koneksi matematika pelajar pada umumnya masih rendah. Melalui penelitian yang melibatkan 37 siswa SMP di Kabupaten Bandung, Andriani & Aripin (2019) mengungkapkan adanya kekurangan dalam kemampuan menghubungkan konsep matematika. Lebih lanjut, fakta serupa ditemukan dalam studi Ziliwu et al. (2022) terhadap siswa kelas 11 SMK Negeri 1 Lahusa, di mana kemampuan koneksi matematika mereka dinilai kurang memadai. Kondisi ini dibuktikan secara nyata oleh skor rata-rata siswa yang berada di bawah Kriteria Ketuntasan Minimum (KKM) dan ketidakberhasilan mereka saat menghubungkan berbagai konsep matematika.

Proses pembelajaran yang belum efisien menjadi salah satu pemicu rendahnya kemampuan koneksi matematika siswa (Permatasari & Nuraeni, 2021). Penerapan model pembelajaran inovatif layaknya *Problem Based Learning* maupun *Discovery Learning* oleh pendidik sejauh ini belum mampu mengoptimalkan kemampuan koneksi matematika siswa. Hal ini terjadi karena kerangka pembelajaran tersebut tidak secara eksplisit difokuskan untuk mengasah kemampuan siswa dalam mengaitkan konsep-konsep matematika. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan paradigma pendidikan ini belum sepenuhnya memungkinkan siswa untuk mengembangkan kemampuan untuk secara efektif mengasosiasikan berbagai konsep matematika, termasuk kemampuan dalam koneksi matematis.

Pendekatan saintifik dinilai sebagai salah satu metode yang efektif untuk mendongkrak kemampuan koneksi matematika. Kajian Nurainah & Zanthy (2019) bersama Hamidah et al. (2023) memperlihatkan bahwa aplikasi pendekatan saintifik efektif menaikkan kemampuan koneksi matematis siswa. Kerangka pembelajaran dalam pendekatan ini melibatkan serangkaian tahapan, yaitu mengamati, menanya, mengumpulkan data, mengasosiasi, hingga mengkomunikasikan (Suparsawan, 2021).

Selain aspek pembelajaran, upaya meningkatkan kemampuan koneksi matematika dapat ditempuh melalui pemanfaatan media guna menarik keterlibatan siswa dalam proses belajar (Fitriana et al., 2024). Media pembelajaran berperan sebagai sarana penyampai pesan dari

pengajar kepada siswa, yang dirancang untuk merebut perhatian, menumbuhkan ketertarikan, serta mendongkrak motivasi demi tercapainya tujuan pendidikan (Siregar et al., 2021).

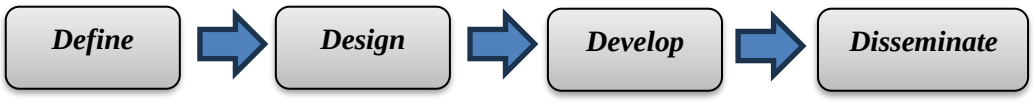
Penerapan media pembelajaran dapat diwujudkan melalui penggunaan VBA *for* Excel. Berdasarkan pandangan Rohaeti et al. (2018), VBA *for* Excel adalah bahasa pemrograman tertanam (*embedded*) di dalam platform Excel yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi operasional, menghemat waktu, dan mereduksi kesalahan. Lebih lanjut, perangkat ini berfungsi sebagai instrumen pedagogis yang esensial dalam disiplin ilmu matematika, berkat kemampuannya memanfaatkan Microsoft Excel untuk melakukan manipulasi numerik secara optimal. Sejalan dengan Murni et al., (2020), VBA di Microsoft Excel menawarkan instruksi penting yang meningkatkan efisiensi operasional melalui otomatisasi. Sebagai alat pembelajaran yang interaktif, VBA for Excel berorientasi pada penguatan kemampuan koneksi matematis siswa.

Kajian mengenai penguatan kemampuan koneksi matematika siswa telah banyak dilakukan. Sudarsono dan Mawaddah (2025) mengonfirmasi efektivitas paradigma *Discovery Learning* dalam meningkatkan kemampuan koneksi matematis siswa secara signifikan, sementara Wahida dan Andriyani (2022) mendukung capaian tersebut melalui paradigma *Problem-Based Learning*. Kendati demikian, penelusuran literatur menunjukkan belum tersedianya penelitian yang secara spesifik menggabungkan pendekatan saintifik dan media pembelajaran berbasis VBA for Excel untuk mengembangkan kemampuan koneksi matematika ini. Akibatnya, penelitian ini berbeda dari studi sebelumnya dengan memasukkan VBA for Excel sebagai media pembelajaran bersamaan dengan pendekatan saintifik.

Melalui pemanfaatan VBA for Excel berbasis pendekatan saintifik, penelitian ini mengembangkan media EXCEMATIKA untuk menaikkan kemampuan koneksi matematika siswa. Tujuan kajian ini terdiri atas: (1) memaparkan rancangan media pembelajaran EXCEMATIKA berbasis pendekatan saintifik berpijak pada VBA for Excel, (2) menelaah kelayakan media pembelajaran EXCEMATIKA, dan (3) menganalisis efektivitas media pembelajaran EXCEMATIKA dalam menguatkan kemampuan koneksi matematis siswa.

METODE

Penelitian ini menggunakan kerangka *Research and Development* (R&D) model 4D rujukan Thiagarajan et al., (1974) yang meliputi empat tahap sekuensial: *Define* (pendefinisian), *Design* (perancangan), *Develop* (pengembangan), serta *Disseminate* (penyebaran). Penjelasan komprehensif mengenai alur penerapan tiap tahapan model 4D tersebut ditampilkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alur Model 4D

Fase *Define* dilaksanakan untuk menilai kebutuhan pendidikan melalui evaluasi kurikulum, analisis karakteristik siswa, pemeriksaan materi, dan penilaian kebutuhan media pembelajaran. Fase *Design* mencakup pembuatan materi pendidikan dan perumusan desain produk awal yang berasal dari penilaian kebutuhan yang dilakukan pada fase *define*. Fase *Develop* mencakup penilaian ahli dan implementasi uji coba untuk mengevaluasi kelayakan dan fungsionalitas media pembelajaran yang dibuat. Fase *Disseminate* dilaksanakan dalam skala terbatas,

termasuk penilaian validasi dengan pengguna sasaran nyata untuk mengevaluasi efektivitas media pembelajaran yang dibuat.

Studi ini bertempat di sebuah Madrasah Tsanawiyah (MTs) di kawasan Rajamandala, Kabupaten Bandung Barat. Evaluasi produk dilaksanakan melalui dua tahap, yakni uji coba skala terbatas yang melibatkan 10 siswa kelas IX serta uji skala luas kepada 23 siswa kelas VIII C guna mengukur kelayakan media. Sementara itu, pengujian efektivitas produk dipusatkan pada 27 siswa kelas VIII B dengan menerapkan desain *One Group Pretest-Posttest*. Rancangan ini diawali dengan pemberian *pretest*, diikuti proses pembelajaran, dan ditutup dengan pelaksanaan *posttest* (Kurnianto et al., 2024).

Instrumen penelitian yang diterapkan meliputi: (1) pedoman wawancara pendidik guna mendeteksi masalah di kelas dan sekolah, (2) lembar validasi ahli media dan materi untuk menentukan kelayakan media, (3) angket keterbacaan demi mengevaluasi kepraktisan media saat uji coba skala kecil dan besar, (4) angket respons siswa untuk mengukur reaksi terhadap implementasi media pembelajaran, serta (5) tes kemampuan koneksi matematika yang dievaluasi sebelum disajikan kepada subjek penelitian. Capaian hasilnya ditunjukkan sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Uji Coba Tes Kemampuan Koneksi Matematis

Validitas		Reliabilitas		Daya Pembeda		Indeks Kesukaran		Interpretasi
Nilai	Kriteria	Nilai	Kriteria	Nilai	Kriteria	Nilai	Kriteria	
0,83	"Tinggi"	0,93	"Sangat Tinggi"	0,59	Baik	0,61	Sedang	Dipakai
0,89				0,53		0,48		
0,90	"Sangat Tinggi"			0,69		0,56		
0,88	"Tinggi"			0,56		0,59		
0,90	"Sangat Tinggi"			0,66		0,36		

Berdasarkan data yang telah disebutkan, validitas berkisar antara 0,83 hingga 0,90, yang dikategorikan sebagai tinggi hingga sangat tinggi. Tingkat reliabilitas instrumen yang sangat tinggi dibuktikan oleh perolehan nilai reliabilitas sebesar 0,93. Daya pembeda bervariasi antara 0,53 dan 0,69, diklasifikasikan sebagai baik, dan indeks kesukaran berkisar dari 0,36 hingga 0,61, diklasifikasikan sebagai sedang. Akibatnya, semua item penilaian memenuhi persyaratan dan sesuai untuk digunakan.

Keaslian produk diukur lewat penilaian pakar materi dan media. Tingkat kepraktisan media diukur berdasarkan angket keterbacaan yang diisi oleh siswa, sedangkan efektivitasnya dievaluasi melalui komparasi skor *pretest* dan *posttest*. Analisis data memanfaatkan statistika deskriptif (skor total serta rata-rata) serta statistika inferensial (uji normalitas dan uji Wilcoxon) yang dikerjakan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel dan SPSS. Tingkat validitas media dievaluasi melalui evaluasi ahli menggunakan survei validasi. Data validasi diperiksa menggunakan persamaan berikut:

$$Vah = \frac{Tse}{Tsh} \times 100\%$$

Dengan keterangan Vah adalah Validasi ahli, Tse adalah Total skor empirik yang dicapai, Tsh adalah Total skor yang diharapkan. Setelah skor validasi dari para ahli diperoleh, tingkat

kevalidannya kemudian dicocokkan dengan kriteria yang tercantum pada Tabel 2 (Mubarok & Setiawan, 2023).

Tabel 2. Kriteria Validitas

Nilai	Tingkat Validitas
"80% < Vah ≤ 100%"	"Sangat Valid (dapat digunakan)"
"60% < Vah ≤ 80%"	"Valid (dapat digunakan)"
"40% < Vah ≤ 60%"	"Cukup Valid (dapat digunakan dengan revisi)"
"20% < Vah ≤ 40%"	"Kurang Valid (dianjurkan tidak digunakan)"
"0% < Vah ≤ 20%"	"Tidak Valid (tidak boleh digunakan)"

Tingkat kepraktisan media dihitung berdasarkan angket keterbacaan dari uji coba skala kecil dan skala besar. Pengolahan data kepraktisan ini menggunakan skala Likert, yang kemudian dianalisis dengan formula sebagai berikut:

$$P = \frac{\Sigma f}{N} \times 100\%$$

Dengan keterangan: P adalah Nilai akhir, Σf adalah Jumlah skor, N adalah Skor maksimal. Hasil yang didapat kemudian diinterpretasikan dengan mengacu pada kriteria yang tertera di Tabel 3 (Hamdunah, 2015).

Tabel 3. Kriteria Kepraktisan

Kriteria Praktis	Tingkat Praktis
80% < P ≤ 100%	"Sangat Praktis"
60% < P ≤ 80%	"Praktis"
40% < P ≤ 60%	"Cukup Praktis"
20% < P ≤ 40%	"Kurang Praktis"
P ≤ 20%	'Tidak Praktis"

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Tujuan utama dari pengembangan ini adalah menghasilkan media EXCEMATIKA dengan mendayagunakan VBA *for* Excel melalui kerangka pendekatan saintifik untuk memperkuat kemampuan koneksi matematis. Di samping memproduksi media pembelajaran yang interaktif, kegiatan ini juga mengevaluasi aspek kepraktisan dan tingkat efektivitasnya secara empiris. Hasil pelaksanaan model pengembangan 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*) dipaparkan secara detail pada bagian ini.

Fase Define berasal dari diskusi dengan pendidik matematika. Sekolah menggunakan Kurikulum Merdeka dalam proses pembelajarannya. Pemanfaatan media pembelajaran terbatas karena pendidik sebagian besar bergantung pada sumber daya instruksional cetak dan lembar kerja. Materi yang dipilih untuk pengembangan media, sebagaimana ditentukan oleh penilaian kebutuhan, adalah materi statistika. Dalam pendidikan, statistika masih menggunakan teknik pedagogis tradisional dan belum mengintegrasikan pembelajaran berbasis teknologi.

Fase Design pada pengembangan media pembelajaran EXCEMATIKA yang memanfaatkan VBA for Excel yang disesuaikan dengan pendekatan saintifik. Media tersebut dirancang untuk memfasilitasi keterlibatan siswa secara interaktif dalam proses pembelajaran. Desain media pembelajaran EXCEMATIKA diilustrasikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain Media Pembelajaran EXCEMATIKA

Media tersebut terdiri dari berbagai tampilan utama yang saling terkait: halaman beranda, menu utama, halaman capaian dan tujuan pembelajaran, halaman materi, halaman lembar kerja, dan halaman evaluasi. Di halaman utama, siswa diharuskan memasukkan identitas mereka sebelum memulai dengan mengklik tombol mulai. Selanjutnya, siswa akan diarahkan ke menu utama, yang mencakup CP dan TP, bagian materi, bagian lembar kerja, dan evaluasi. Halaman CP dan TP menampilkan capaian dan tujuan pembelajajaran. Halaman materi menampilkan konten yang akan dipelajari.

Lebih lanjut, rancangan halaman lembar kerja dibuat berlandaskan tahapan pendekatan saintifik, mencakup langkah mengamati, menanya, mengumpulkan data, mengasosiasi, serta mengkomunikasikan. Setiap fase menyediakan ruang khusus bagi siswa untuk menuliskan jawaban dan menyelesaikan tugas secara berurutan. Usai merampungkan seluruh kegiatan belajar tersebut, siswa dapat berpindah ke halaman evaluasi guna mengerjakan soal-soal untuk mengukur pemahaman materi yang telah dipelajari. Semua media dirancang agar interaktif, memungkinkan siswa untuk menjelajahi situs melalui tombol navigasi yang tersedia.

Tahap *develop* (pengembangan) meliputi proses validasi oleh pakar media dan materi, serta uji coba produk. Penilaian ahli ini melibatkan tiga validator bidang media dan tiga validator ahli materi. Evaluasi ahli dilakukan untuk menentukan kelayakan media yang dibuat. Evaluasi oleh ahli media memeriksa keselarasan media dengan tujuan pembelajaran, fungsionalitas, interaktivitas, keandalan media, efisiensi, tampilan media, integrasi pendekatan saintifik, visual media, kemudahan, dan kesesuaian dengan karakteristik siswa. Secara bersamaan, evaluasi oleh ahli materi memeriksa kesesuaian materi, ketepatan konseptual, kelengkapan, dan kejelasan linguistik. Temuan tentang kesesuaian media dirangkum dalam Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Hasil Uji Kelayakan Media

Validator	Jumlah Skor	Persentase	Interpretasi
Validator 1	69	69,00%	“Valid”
Validator 2	96	96,00%	“Sangat Valid”
Validator 3	77	77,00%	“Valid”
Rata-rata	80,67	80,67%	“Sangat Valid”

Berdasarkan tabel yang disebutkan di atas, validator 1 mengevaluasi validitas dengan tingkat 69,00%. Validator 2 mengevaluasi validitas sebesar 96,00%, sedangkan validator 3 menentukannya sebesar 77,00%. Hasil akhir dari penilaian kelayakan media adalah 80,67%, yang menunjukkan bahwa media pembelajaran yang didukung VBA For Excel sangat valid dan sesuai untuk diterapkan. Pada tahap penilaian kelayakan media ini, validator 1 dan 3 mengusulkan penyertaan manual pengguna dan panduan teknis untuk memungkinkan siswa menggunakan media secara efektif. Hasil selanjutnya berkaitan dengan kelayakan materi:

Tabel 5. Hasil Uji Kelayakan Materi

Validator	Jumlah Skor	Persentase	Interpretasi
Validator 1	38	69,09%	Valid
Validator 2	43	78,18%	
Validator 3	46	83,64%	Sangat Valid
Rata-rata	42,33	76,97%%	Valid

Berdasarkan tabel yang disebutkan di atas, validator 1 menentukan bahwa 69,09% materi termasuk dalam klasifikasi valid. Validator 2 menentukan bahwa 78,18% materi termasuk dalam klasifikasi valid, tetapi validator 3 menyimpulkan bahwa 83,64% konten dikategorikan sebagai sangat valid. Hasil akhir penilaian kelayakan materi adalah 76,97%, menunjukkan bahwa materi tersebut dapat diterima dan sesuai untuk digunakan. Setelah melalui proses validasi, media tersebut siap diuji cobakan di lapangan dengan catatan telah dilakukan perbaikan berdasarkan saran dari para validator, sebagaimana tercantum dalam Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Media Pembelajaran Sebelum dan Setelah Perbaikan

Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan
	 
Media belum tersedia panduan pengguna dan petunjuk teknis	Media sudah tersedia panduan pengguna dan petunjuk teknis

Pengujian produk dilaksanakan dalam dua tahap. Tahap pertama merupakan uji coba skala terbatas yang melibatkan 10 siswa dengan pengisian angket keterbacaan, dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 7. Hasil Uji Kepraktisan Skala Kecil

Responden	Jumlah Skor	Persentase	Interpretasi
R-1	96	80,00%	Sangat Praktis
R-2	103	85,83%	
R-3	96	80,00%	
R-4	103	85,83%	

R-5	88	73,33%	Praktis
R-6	93	77,50%	
R-7	113	94,17%	Sangat Praktis
R-8	109	90,83%	
R-9	90	75,00%	Praktis
R-10	99	82,50%	Sangat Praktis
Rata-rata	99	82,50%	Sangat Praktis

Berdasarkan tabel yang telah disebutkan, hasil penilaian kelayakan skala kecil yang melibatkan 10 responden menghasilkan skor rata-rata 82,50%, yang mengkategorikannya sebagai sangat praktis. Mayoritas responden menilai produk tersebut sangat praktis, dengan peringkat antara 80,00% dan 94,17%. Responden R-7 memberikan persentase tertinggi sebesar 94,17%, sedangkan responden R-5 mencatat persentase terendah sebesar 73,33%. Meskipun beberapa responden menilai produk tersebut praktis, setiap responden memberikan ulasan positif terhadap media yang dibuat.

Oleh karena itu, hasil penilaian kepraktisan skala terbatas memperlihatkan tingkat kelayakan yang sangat baik dan siap untuk diuji pada tahap lanjutan, khususnya uji kepraktisan skala besar. Hasil pengujian tersebut disajikan di bawah ini:

Tabel 8. Hasil Uji Kepraktisan Skala Besar

Jumlah Skor	Rata-rata	Persentase	Interpretasi
103,91	3,46	86,59%	Sangat Praktis

Evaluasi kelayakan pada uji skala besar yang melibatkan 23 siswa menunjukkan perolehan skor rata-rata sebesar 103,91 dengan rerata tiap item mencapai 3,46. Capaian kepraktisan produk sebesar 86,59% mengelompokkannya ke dalam kriteria sangat praktis. Hal ini menguatkan bahwa media pembelajaran EXCEMATIKA sangat tepat dan efektif untuk difungsikan dalam kegiatan pembelajaran.

Tahap Desseminate dilaksanakan dalam skala terbatas. Dalam penelitian ini, tahap diseminasi hanya berfokus pada penerapan media pembelajaran EXCEMATIKA untuk mengevaluasi efektivitasnya. Berikut dokumentasi tahap desseminate:



Gambar 3. Proses Pembelajaran menggunakan Media EXCEMATIKA

Kegiatan ini mengaplikasikan desain *One Group Pretest-Posttest* pada satu kelas yang beranggotakan 27 siswa. Tingkat efektivitas media pembelajaran selanjutnya dievaluasi lewat perbandingan skor *pretest* dan *posttest* menggunakan statistika deskriptif, yakni akumulasi skor serta nilai rata-rata. Rincian hasil perhitungan skor tes awal dan tes akhir tersebut disajikan sebagai berikut:

Tabel 9. Hasil *Pretest-Postest*

Uji	Jumlah Skor	Rata-rata
Pretest	58	2,15
Posttest	469	17,37

Berdasarkan tabel tersebut, perolehan nilai *pretest* tercatat 58 dengan rata-rata 2,15, sedangkan nilai *posttest* mencapai 469 dengan rata-rata 17,37. Temuan ini menandakan adanya kenaikan rerata hasil belajar siswa usai penggunaan media pembelajaran EXCEMATIKA. Selanjutnya, guna menguji signifikansi perbedaan skor tersebut, diterapkan analisis statistika inferensial yang diawali melalui uji normalitas dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 10. Uji Normalitas Pretest dan Postest Kemampuan Koneksi Matematis

Shapiro-Wilk	Statistic	df	Sig.
Pretest	.843	27	<,001
Postest	.687	27	<,001

Uji normalitas *Shapiro-Wilk* menghasilkan nilai *pretest* < 0,001 dan *posttest* < 0,001. Karena kedua nilai berada di bawah ambang signifikansi 0,05, disimpulkan bahwa kedua kelompok data tersebut tidak berdistribusi normal. Oleh sebab itu, tahapan analisis dilanjutkan menggunakan uji *Wilcoxon* dengan perumusan hipotesis statistik sebagai berikut:

H_0 : $\mu 2 = \mu 1$ (Tidak terdapat perbedaan kemampuan koneksi matematika siswa sebelum serta sesudah penerapan media pembelajaran EXCEMATIKA berbantuan VBA *for* Excel melalui pendekatan saintifik. H1: $\mu 2 \neq \mu 1$ (Terdapat perbedaan kemampuan koneksi matematika siswa sebelum dan selama pemanfaatan media pembelajaran EXCEMATIKA berbantuan VBA *for* Excel melalui pendekatan saintifik). Hasil selanjutnya berkaitan dengan uji Wilcoxon:

Tabel 11. Uji Wilcoxon Pretest dan Postest Kemampuan Koneksi Matematis

Kelas Sampel	N	Asymp. Sig. (2-tailed)
VIII-B	27	<,001

Tabel hasil analisis menunjukkan nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* < 0,001, yang berada di bawah taraf 0,05 sehingga H0 ditolak dan H1 diterima. Hal ini mempertegas secara statistik perbedaan signifikan pada kemampuan koneksi matematis siswa sebelum dibanding sesudah implementasi media pembelajaran EXCEMATIKA berbasis VBA for Excel dengan pendekatan saintifik.

Pembahasan

Fase define bertujuan untuk memastikan persyaratan pendidikan guna mendukung pembuatan media pembelajaran EXCEMATIKA dengan VBA for Excel. Diskusi dengan pendidik matematika menunjukkan bahwa sekolah menerapkan kurikulum "Merdeka" dalam pendekatan pendidikannya. Namun demikian, penerapan media berbasis teknologi masih kurang memadai karena pendidik sebagian besar bergantung pada materi pembelajaran tradisional, sehingga membatasi peluang siswa untuk terlibat aktif dengan materi. Implementasi Kurikulum Merdeka menuntut para pendidik agar mengaplikasikan aneka ragam media pembelajaran yang mampu menghadirkan pengalaman belajar secara lebih substansial, sekaligus mendayagunakan

teknologi guna mengoptimalkan jalannya proses pendidikan. Penggunaan teknologi dalam pendidikan sangat menjanjikan untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran dan diantisipasi akan terintegrasi secara mulus dan berkelanjutan ke dalam proses pendidikan untuk mendorong pengalaman yang lebih relevan dan menyenangkan bagi siswa (Reni et al., 2025).

Studi oleh Astuti et al., (2024) mengemukakan bahwa media pembelajaran sangat esensial karena berfungsi sebagai pusat perhatian dan sarana belajar yang membantu guru menyampaikan materi kepada siswa guna mendongkrak prestasi akademik. Media yang sesuai dengan karakteristik materi dapat mendorong suasana pembelajaran yang lebih efisien daripada pengajaran yang hanya bergantung pada buku teks. Didukung oleh Tristanti et al., (2025), yang berpendapat bahwa prinsip-prinsip pemanfaatan media dalam pendidikan matematika berfungsi sebagai kriteria untuk menjamin bahwa media yang dipilih secara memadai memfasilitasi pencapaian tujuan pendidikan. Penerapan kriteria ini menjamin kesesuaian media dengan atribut materi, kebutuhan siswa, dan keadaan pendidikan. Akibatnya, penerapan media pembelajaran yang terbatas di lembaga pendidikan memerlukan pembuatan media yang lebih menarik.

Temuan dari analisis kebutuhan menunjukkan bahwa materi statistikaa terus disampaikan menggunakan teknik tradisional, tanpa bantuan media pembelajaran yang dapat secara efektif mengilustrasikan konsep dengan cara yang menarik. Statistikaa adalah disiplin ilmu yang mengharuskan siswa untuk memahami konsep serta mengintegrasikan data, representasi, dan mengatasi masalah di berbagai konteks. Dengan demikian, keberadaan media pembelajaran menjadi amat krusial dalam memfasilitasi siswa mengonstruksi keterhubungan antar-konsep, yang pada gilirannya memperkuat kemampuan mereka untuk mengaitkan konsep-konsep tersebut secara efektif.

Berdasarkan temuan penilaian kebutuhan, media EXCEMATIKA dipilih karena kemampuannya untuk menyampaikan konten, contoh soal, latihan, dan umpan balik dalam format interaktif yang terpadu. Melalui penerapan pendekatan saintifik yang meliputi tahapan mengamati, menanya, mengumpulkan data, mengasosiasi, serta mengkomunikasikan, EXCEMATIKA dirancang agar siswa dapat secara aktif mengonstruksi pemahaman dan menghubungkan prinsip-prinsip matematika. Selaras dengan hal tersebut, Matrahim et al. (2019) menegaskan bahwa pendekatan saintifik memfasilitasi siswa dalam membangun konsep, hukum, atau prinsip secara mandiri melalui alur observasi, formulasi masalah, penyusunan hipotesis, pengumpulan serta analisis data, penarikan simpulan, dan komunikasi konsep.

Pemanfaatan VBA *for* Excel sebagai landasan pengembangan didukung oleh berbagai studi terdahulu. Payung et al., (2025) mengemukakan bahwa media digital berbasis VBA menawarkan pengalaman belajar yang interaktif, visual, dan menarik sehingga sangat berguna dalam pengajaran. Di samping itu, Sugandi et al., (2022) menyatakan bahwa VBA *for* Excel mampu meningkatkan keterlibatan siswa terhadap tugas guru sekaligus mendongkrak prestasi akademik mereka. Temuan-temuan ini memperkuat argumen bahwa pengembangan EXCEMATIKA menjadi solusi tepat untuk mewujudkan pembelajaran matematika yang lebih interaktif dan bermakna.

Oleh karena itu, temuan dari tahap definisi menunjukkan bahwa pembuatan media pembelajaran EXCEMATIKA, yang didukung oleh VBA for Excel dan menggunakan pendekatan saintifik, didasarkan pada kebutuhan nyata di lapangan. Media ini diharapkan dapat menjadi pendekatan inovatif untuk menyediakan matematika statistikaa sekaligus membantu siswa dalam meningkatkan keterampilan koneksi matematis mereka.

Fase *design* adalah tahap perancangan media pembelajaran EXCEMATIKA yang berpedoman pada hasil analisis kebutuhan dari fase *define*. Tahap ini mencakup formulasi kerangka media, desain estetika, dan komposisi materi, serta penggabungan pendekatan saintifik ke dalam setiap aktivitas pembelajaran. Desain media dieksekusi melalui VBA di Microsoft Excel, menghasilkan media pembelajaran interaktif yang menawarkan input pengguna secara langsung.

Desain EXCEMATIKA diorganisir secara metodis dengan beberapa menu utama yang saling terkait: halaman beranda, menu utama, capaian dan tujuan pembelajaran, materi, lembar kerja, dan penilaian atau evaluasi. Kerangka kerja ini dirancang untuk membantu siswa menavigasi proses pembelajaran secara berurutan tanpa mengalami kesulitan dalam mengakses fungsi yang disediakan. Santi (2026) menyatakan bahwa tampilan media yang menarik dan presentasi materi yang terorganisir meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep yang disampaikan oleh instruktur (guru).

Siswa diharuskan memasukkan detail identitas mereka di halaman beranda sebelum memulai pembelajaran dengan menggunakan tombol mulai (start). Fungsi ini bertujuan untuk memfasilitasi pengalaman belajar yang lebih mandiri sekaligus menyederhanakan proses bagi pendidik untuk mengenali pengguna. Selanjutnya, siswa akan diarahkan ke menu utama, yang memberikan akses ke capaian dan tujuan pembelajaran, materi, lembar kerja, dan halaman penilaian. Menu yang terorganisir ini diharapkan dapat meningkatkan pengalaman belajar.

Konten yang disediakan dalam EXCEMATIKA menjelaskan ide-ide statistikaa sekaligus mencakup prinsip dan metodologi. Dalam bidang pendidikan, statistikaa mengkaji ide, metodologi, dan proses yang digunakan untuk mengumpulkan, menganalisis, dan menafsirkan data yang relevan dengan bidang tersebut (Sabiq, 2002).

Lembar kerja siswa dalam EXCEMATIKA dirancang dengan pendekatan saintifik, memastikan bahwa setiap fase mengarahkan siswa pada pemahaman ide secara bertahap. Fase mengamati membantu siswa mengenali detail dari masalah yang disajikan, sementara fase menanya mendorong mereka untuk mengidentifikasi aspek-aspek yang membutuhkan pemahaman lebih dalam. Proses mengumpulkan data dan mengasosiasi melibatkan analisis data dan menghubungkan prinsip-prinsip statistikaa untuk mendapatkan jawaban yang sesuai. Fase mengkomunikasikan menawarkan kesempatan kepada siswa untuk mengartikulasikan ide-ide mereka, memastikan bahwa pengalaman pembelajaran menekankan tidak hanya hasil yang konklusif tetapi juga kemampuan untuk menghubungkan berbagai prinsip matematika.

Media EXCEMATIKA dirancang untuk mengoptimalkan kemampuan koneksi matematika. Desainnya disesuaikan dengan indikator kemampuan koneksi matematis agar siswa mampu memahami statistika, melihat hubungan antarrepresentasi dan prosedur, memahami interkoneksi matematika, menerapkan matematika dalam kehidupan sehari-hari maupun bidang lain, menemukan prosedur alternatif, serta memanfaatkan hubungan antartopik matematika. Kemampuan koneksi matematika ini sangat esensial bagi siswa guna menghadapi tantangan sehari-hari dan mengikuti perkembangan ilmu pengetahuan serta teknologi (Saksena et al., 2026).

Selain itu, evaluasi atau penilaian dalam EXCEMATIKA disusun untuk memberikan respons cepat tentang pengajuan siswa. Umpan balik otomatis ini memungkinkan siswa untuk segera mengevaluasi hasil pendidikan mereka dan memperbaiki kesalahan yang terjadi. Sejalan dengan Aisyah et al., (2025), umpan balik memfasilitasi siswa dalam mengidentifikasi kesalahan mereka dan menerapkan perbaikan segera.

Temuan dari fase design menunjukkan bahwa media EXCEMATIKA dirancang dengan mempertimbangkan estetika serta kesesuaian materi, ketelitian metodologis, dan tujuan penbelajaran. Pengembangan media yang metodis menggunakan VBA for Excel diharapkan dapat meningkatkan keterlibatan siswa, meningkatkan partisipasi siswa sepanjang pengalaman pembelajaran, dan membantu dalam pengembangan keterampilan koneksi matematis.

Fase *develop* berorientasi pada penciptaan media pembelajaran EXCEMATIKA yang teruji memenuhi kriteria validitas, kepraktisan, serta relevansi terhadap tujuan pembelajaran. Rangkaian proses dalam fase ini mencakup evaluasi oleh tiga orang pakar media dan tiga orang pakar materi, yang kemudian ditindaklanjuti dengan perbaikan produk mengacu pada rekomendasi yang diberikan oleh para validator. Penilaian pendahuluan kemudian dilakukan dengan siswa untuk mengevaluasi kelayakan media tersebut.

Penilaian media menunjukkan bahwa EXCEMATIKA mendapatkan peringkat rata-rata sangat valid. Ini berarti bahwa media tersebut memenuhi persyaratan kesesuaian, meliputi keselarasan dengan tujuan pembelajaran, fungsionalitas, interaktivitas, keandalan, efisiensi, presentasi, integrasi pendekatan saintifik, elemen visual, kemudahan penggunaan, dan kompatibilitas dengan karakteristik siswa. Para validator memberikan banyak rekomendasi untuk meningkatkan media, terutama dengan memasukkan manual pengguna dan panduan teknis untuk memfasilitasi otonomi siswa yang lebih besar dalam penggunaan media. Selain itu, penilaian materi menghasilkan peringkat rata-rata valid. Hasil analisis memperlihatkan bahwa substansi materi statistika yang diberikan telah memenuhi aspek capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, integritas konseptual, kompleksitas materi, serta keterbacaan bahasa yang baik sehingga mudah dicerna oleh siswa.

Selepas proses validasi dan penyatuan masukan validator, media EXCEMATIKA direvisi guna menaikkan kualitasnya. Perbaikan produk ini mencerminkan komitmen pengembang dalam menyempurnakan media sebelum diuji cobakan. Umpan balik validator sendiri menjadi bagian krusial dalam pengembangan karena media pembelajaran yang ideal tidak hanya mengutamakan estetika, tetapi juga memudahkan pengguna mengakses fungsi-fungsi yang tersedia.

Salah satu revisi mencakup penggabungan manual pengguna dan arahan teknis untuk memberikan panduan yang lebih jelas kepada siswa tentang penggunaan media. Revisi ini diharapkan dapat meningkatkan kegunaan, memungkinkan siswa untuk lebih fokus pada pengalaman pembelajaran daripada menguasai media.

Sebagai langkah awal setelah revisi selesai, uji coba skala kecil dilaksanakan dengan melibatkan sepuluh siswa untuk menguji sejauh mana media EXCEMATIKA mudah dipahami sebelum diterapkan pada kelompok yang lebih besar. Melalui data survei, diketahui bahwa tingkat kepraktisan media ini dinilai sangat baik oleh siswa berdasarkan indikator keterbacaan. Bukti tersebut menunjukkan bahwa penggunaan bahasa yang sederhana berhasil memudahkan pemahaman siswa sekaligus mendorong partisipasi aktif mereka selama pembelajaran berlangsung.

Tingkat keterbacaan yang tinggi menandakan bahwa penyajian materi, kejelasan linguistik, dan keterurutan dalam EXCEMATIKA selaras dengan karakteristik siswa. Media yang dicirikan oleh keterbacaan tinggi akan memfasilitasi keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran dan mengurangi kesalahpahaman panduan instruksional. Menurut perspektif Suherli (2009) seperti yang dikutip dalam Utami et al., 2021, keterbacaan dikaitkan dengan pemahaman pembaca. Hal ini karena literatur apa pun yang memiliki keterbacaan tinggi akan menarik audiensnya.

Dampaknya, hasil penilaian keterbacaan media EXCEMATIKA membuktikan bahwa produk ini telah memenuhi kriteria esensial sebelum diterapkan dalam uji coba skala luas. Selepas keberhasilan uji coba skala kecil, EXCEMATIKA kembali diuji melibatkan 23 siswa dalam skala besar. Tahap ini bertujuan mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam mengenai fungsi media dalam situasi pembelajaran yang nyata.

Hasil uji coba skala besar memperlihatkan bahwa EXCEMATIKA sangat fungsional, artinya sebagian besar siswa mampu mengoperasikannya dengan lancar tanpa kendala berarti. Siswa dapat memanfaatkan seluruh menu, mengikuti kegiatan belajar lewat pendekatan saintifik, serta menyelesaikan lembar kerja dan evaluasi secara sistematis. Di samping itu, uji coba ini mengonfirmasi bahwa EXCEMATIKA selalu mudah digunakan berkat adanya validasi dan perbaikan. Alhasil, media tersebut telah memenuhi karakteristik utama produk pengembangan yang efektif, yakni memiliki tingkat kegunaan tinggi dalam pembelajaran.

Tahap disseminate studi ini dilaksanakan dalam skala terbatas melalui penerapan media pembelajaran EXCEMATIKA, yang ditingkatkan dengan VBA for Excel, menggunakan pendekatan saintifik dengan kerangka kerja *One Group Pretest-Posttest Design* dalam satu kelas yang terdiri dari 27 siswa. Pelaksanaan ini bertujuan untuk menilai efektivitas media yang dibuat setelah fase define, design, dan develop. Pada tahap ini, siswa awalnya diberikan pretest untuk menilai kemampuan koneksi matematika dasar mereka. Selanjutnya, mereka menerima pengajaran menggunakan media EXCEMATIKA selama empat sesi. Kemudian, posttest dan survei dilakukan untuk mengevaluasi reaksi mereka terhadap penerapan media selama pengalaman pembelajaran.

Perbedaan kemampuan siswa dalam mengaitkan konsep matematika sebelum dan sesudah pemanfaatan media EXCEMATIKA terungkap secara jelas melalui hasil implementasi. Melalui penyajian materi secara interaktif, EXCEMATIKA tidak hanya meningkatkan pemahaman siswa, tetapi juga mendorong pertumbuhan interkonseptual serta keterlibatan aktif mereka dalam belajar. Dukungan pendekatan saintifik di dalam media ini turut mengarahkan siswa untuk aktif mengamati, menanya, mengumpulkan data, mengasosiasi, dan mengomunikasikan hal-hal terkait. Melalui tahapan tersebut, siswa memperoleh kesempatan seluas-luasnya untuk mengembangkan pemahaman secara mandiri sekaligus menemukan hubungan antarkonsep matematika yang dipelajari.

Di samping itu, analisis statistika inferensial dijalankan guna memastikan perbedaan tersebut bukan karena faktor kebetulan. Hasil uji normalitas mengindikasikan data tidak terdistribusi normal, sehingga analisis dialihkan ke uji Wilcoxon. Temuan uji Wilcoxon membuktikan perbedaan signifikan pada kemampuan koneksi matematika siswa sebelum dan sesudah penerapan media pembelajaran EXCEMATIKA berbasis VBA for Excel lewat pendekatan saintifik.

Bersamaan dengan hasil penilaian keterampilan koneksi matematika, efektivitas media tersebut semakin diperkuat oleh umpan balik pengguna setelah implementasi. Umpan balik positif dari siswa menunjukkan bahwa EXCEMATIKA mudah digunakan, menarik, dan memfasilitasi pemahaman materi pelajaran. Temuan tersebut mengonfirmasi bahwa media EXCEMATIKA tidak sekadar unggul dalam memperkuat kemampuan koneksi matematis, melainkan juga berhasil menstimulasi pengalaman pembelajaran yang lebih atraktif dan bermakna bagi para pembelajar.

Tingkat keefektifan media pembelajaran EXCEMATIKA dikonfirmasi oleh signifikansi selisih antara hasil *pretest* dan *posttest* melalui penerapan uji Wilcoxon, yang didukung pula oleh

umpan balik konstruktif dari para pengguna. Lebih lanjut, perhitungan statistika deskriptif mengindikasikan bahwa perolehan skor rata-rata *posttest* melampaui capaian skor rata-rata *pretest*. Akibatnya, temuan dari fase disseminate menunjukkan bahwa media pembelajaran EXCEMATIKA, yang didukung oleh VBA for Excel yang menggunakan pendekatan saintifik, terbukti efektif dalam pembelajaran matematika, khususnya dalam statistika.

KESIMPULAN

Melalui alur model pengembangan 4D (*define*, *design*, *develop*, *disseminate*), media pembelajaran EXCEMATIKA berbasis VBA for Excel dengan pendekatan saintifik pada topik statistika telah berhasil dirancang. Pemenuhan kriteria kelayakan media didasarkan pada evaluasi validator ahli media serta materi, disertai penerimaan tanggapan positif dari siswa selama uji coba. Di samping itu, tingkat kepraktisan media EXCEMATIKA dalam pembelajaran matematika ditunjukkan oleh data uji coba. Adanya perbedaan yang signifikan pada kemampuan koneksi matematis siswa sebelum dan sesudah pemanfaatan media pembelajaran EXCEMATIKA turut dibuktikan melalui kesimpulan uji Wilcoxon. Tinjauan deskriptif menunjukkan bahwa rerata nilai *posttest* melampaui rerata nilai *pretest*. Oleh sebab itu, media pembelajaran EXCEMATIKA berbantuan VBA for Excel berbasis pendekatan saintifik layak diimplementasikan pada pembelajaran statistika untuk mendorong peningkatan kemampuan koneksi matematis siswa. Pada masa mendatang, pengembangan media EXCEMATIKA dapat diperluas ke materi matematika yang lain dengan menambahkan fitur interaktif serta variasi aktivitas belajar yang lebih kaya. Penelitian berikutnya juga dapat melibatkan subjek dan cakupan penelitian yang lebih luas untuk memperoleh gambaran penggunaan media pada karakteristik siswa dan lingkungan pembelajaran yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

Aisyah, N., Psb, M. S., & Sofiyah, K. (2025). Pengaruh penggunaan media pembelajaran interaktif terhadap pemahaman konsep matematika siswa. *Jejakdigital : JURNAL ILMIAH MULTIDISPLIN*, *1*(2), 86–96. https://indojurnal.com/index.php/jejakdigital/article/view/42

Andriani, D., & Aripin, U. (2019). Analisis kemampuan koneksi matematik dan kepercayaan diri siswa SMP. *JPMI*, *2*(1), 25–32. https://doi.org/https://doi.org/10.22460/jpmi.v2i1.p25-32

Astuti, M., Suryana, I., Anggraini, N., Fitri, A., Fajar, M., & Widiya, P. (2024). Media pembelajaran sebagai pusat sumber belajar. *Journal of Law, Administration, and Social Science*, *4*(5), 702–709. https://doi.org/https://doi.org/10.54957/jolas.v4i5.870

Fitriana, A. A., Dewi, N. R., & Waluya, S. B. (2024). Systematic literature review : media pembelajaran interaktif berbasis aplikasi canva berorientasi pada model preprospec berbantuan TIK untuk meningkatkan kemampuan koneksi matematis. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Indonesia*, *7*, 198–206. https://proceeding.unnes.ac.id/prisma/article/view/2951

Hamdunah. (2015). Praktikalitas pengembangan modul kontruktivisme dan website pada materi lingkaran dan bola. *LEMMA : Letter of Mathematics Education*, *II*(1), 35–42. https://ejournal.upgrisba.ac.id/index.php/jurnal-lemma/article/view/524/0

Hamidah, Asmar, A., Musdi, E., & Permana, D. (2023). Pengembangan perangkat pembelajaran berbasis pendekatan saintifik menggunakan e-modul untuk meningkatkan kemampuan koneksi matematis siswa kelas XI SMA. *JIPM (Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika)*, *11*(2), 254–266. https://doi.org/10.25273/jipm.v11i2.13537

Kurnianto, I., Ismaya, E. A., & Pratiwi, I. A. (2024). Pengaruh model problem based learning berbantuan media rimba terhadap kemampuan berpikir kritis siswa sekolah dasar. *JURNAL BASICEDU*, *8*(4), 2647–2659. https://doi.org/https://doi.org/10.31004/basicedu.v8i4.8178

Matrahim, L. O. A., Suhar, Busnawir, & Arvyaty. (2019). Pengaruh pendekatan saintifik terhadap kemampuan pemahaman matematis siswa kelas VIII SMP negeri 10 Kendari. *Jurnal Pendidikan Matematika*, *10*(2), 150–160. https://doi.org/https://doi.org/10.36709/jpm.v10i2.7248

Mubarok, H., & Setiawan, W. (2023). Pengembangan media pembelajaran video animasi menggunakan plotagon studio pada materi peluang. *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, *6*(4), 1637-1650. https://journal.ikipsiliwangi.ac.id/jpmi/article/view/18391

Murni, S., Bernard, M., Ruqoyyah, S., & Chotimah, S. (2020). PGSD student ' s mathematical creative thinking skills judging from creativity quotations by making vba-based teaching. *Journal of Physics: Conference Series*. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/3/032040

Nurafni, A., & Pujiastuti, H. (2019). Analisis kemampuan koneksi matematis ditinjau dari self confidence siswa : studi kasus di SMKN 4 Pandeglang. *ANARGYA: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, *2*(1), 28-33. https://doi.org/https://doi.org/10.24176/anargya.v2i1.3013

Nurainah, & Zanthy, L. S. (2019). Penerapan pendekatan saintifik terhadap kemampuan koneksi matematis siswa SMP. *Journal On Education*, *01*(02), 47–53. https://doi.org/https://doi.org/10.31004/joe.v1i2.21

Payung, Z., Kusumah, Y. S., Mulyaning, E. C., & Avip, B. (2025). Enhancing elementary students' mathematical representation skills through VBA-based digital learning media in microsoft excel. *Journal of Engineering and Technology*, *20*(3), 137–144. https://jestec.taylors.edu.my/Special Issue ISCoE 2024_4/ISCoE2024_4_18.pdf

Permatasari, R., & Nuraeni, R. (2021). Kesulitan belajar siswa SMP mengenai kemampuan koneksi matematis pada materi statistikaa. *PLUSMINUS : Jurnal Pendidikan Matematika*, *1*(1), 145–156. https://doi.org/https://doi.org/10.31980/plusminus.v1i1.885

Reni, Sulispala, N., Jannah, M. H., Putra, M. J. A., & Sari, M. Y. (2025). Peran guru dalam mengintegrasi teknologi pada kurikulum merdeka. *JURNAL Pendidikan Dasar Dan Keguruan*, *10*(1), 22–31. https://doi.org/https://doi.org/10.47435/jpdk.v10i1.3210

Rohaeti, E. E., Bernard, M., & Chotimah, S. (2018). *Media pembelajaran matematika berbasis information communication and technology (alat peraga inovatif matematika) dengan VBA microsoft excel*. PT. Refika Aditama.

Sabiq, A. F. (2002). Statistika dalam penelitian pendidikan. *IAIN Salatiga: Academia Edu*, 1-11.https://www.academia.edu/30882218/STATISTIKAA_DALAM_PENELITIAN_PENDIDIKAN?sm=b

Saksena, I. G. A., Fajriani, Nurhayadi, & Sukayasa. (2026). Analisis kemampuan koneksi matematis siswa kelas VIII SMPN 6 palu pada materi kubus dan balok. *Pedagogy: Jurnal Pendidikan Matematika*, *11*(2), 1–14. https://doi.org/https://doi.org/10.30605/r0sfw839

Santi, N. A. (2026). Pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis powerpoint pada pembelajaran tematik. *Jurnal Pendidikan Profesi Guru*, *1*(2), 45–50.

Siagian, M. D. (2016). Kemampuan koneksi matematik dalam pembelajaran matematika. *MES : Journal of Mathematics Education and Science*, *2*(1), 58–67. https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/mesuisu/article/view/117

Siregar, A., Sitorus, M., & Reflina. (2021). Pengembangan media pembelajaran matematika dengan menggunakan canva untuk meningkatkan motivasi belajar siswa. *RELEVAN : JURNAL PENDIDIKAN MATEMATIKA*, *1*(2), 286–289. https://ejournal.yana.or.id/index.php/relevan/article/view/78

Sudarsono, & Mawaddah, I. (2025). Analisis kemampuan koneksi matematis siswa pada

pembelajaran matematika dengan menggunakan model pembelajaran discovery learning. *JagoMIPA: Jurnal Pendidikan Matematika Dan IPA*, *5*(2), 718–728. https://doi.org/https://doi.org/10.53299/jagomipa.v5i2.1532

Sugandi, A. I., Bernard, M., & Linda. (2022). Meningkatkan kemampuan bepikir kreatif melalui penerapan pendekatan saintifik berbantuan VBA excel. *SJME (Supremum Journal of Mathematics Education)*, *6*(2), 111–121. https://doi.org/10.35706/sjme.v6i2.5795

Sumarmo, U. (2010). Berpikir dan disposisi matematik: apa, mengapa, dan bagaimana dikembangkan pada siswa. *Bandung: FPMIPA UPI*, 1–27.

Suparsawan, I. K. (2021). Implementasi pendekatan saintifik pada model pembelajaran kooperatif tipe STAD untuk meningkatkan keaktifan dan hasil belajar matematika. *Indonesian Journal of Education Development*, *1*(4), 607–620. https://doi.org/10.5281/zenodo.4560676

Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). Instructional development for training teachers of exceptional children: a sourcebook. *Indiana University*. https://eric.ed.gov/?id=ED090725

Tristanti, L. B., Qomarijah, O. N., Judijonto, L., Sudarman, S., & Amalia, R. (2025). *Media & teknologi pembelajaran matematika*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.

Utami, S. D., Dewi, I. N., & Efendi, I. (2021). Tingkat keterbacaan bahan ajar flexible learning berbasis kolaboratif saintifik. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*, *9*(2), 577–587. https://doi.org/https://doi.org/10.33394/bioscientist.v9i2.4246

Wahida, F., & Andriyani. (2022). Keefektifan model model problem based learning dalam meningkatkan kemampuan koneksi matematis dan keaktifan belajar materi peluang. *Formosa Journal of Sustainable Research (FJSR)*, *1*(2), 97–116. https://doi.org/https://doi.org/10.55927/fjsr.v1i2.711

Ziliwu, S. H., Sarumaha, R., & Harefa, D. (2022). Analisis kemampuan koneksi matematika pada materi transformasi siswa kelas XI SMK negeri 1 Lahusa tahun pelajaran 2020/2021. *AFORE: Jurnal Pendidikan Matematika*, *1*(1), 15-25. https://doi.org/https://doi.org/10.57094/afore.v1i1.433.