Tersedia online di http://ejournal.uinsatu.ac.id/index.php/jtm
Jurnal Tadris Matematika 9(2), November 2026, 165-182
ISSN (Print): 2621-3990 || ISSN (Online): 2621-4008
Diterima: 30-06-2026 *Direvisi: 30-07-2026* *Disetujui: 01-09-2026*

Pengembangan media pembelajaran *Komi-Studylab* untuk meningkatkan kemampuan representasi matematis pada model pembelajaran *Preprospec* berbantuan TIK

Ratna Wahyuningtyas[1*], Nuriana Rachmani Dewi[2]
Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Semarang. Semarang, Jawa Tengah.
e-mail: ratnawahyuningtyas08@students.unnes.ac.id[1], nurianaramadan@mail.unnes.ac.id[2]*

ABSTRAK

Kemampuan representasi matematis murid masih tergolong rendah, sementara pemanfaatan media pembelajaran berbasis teknologi yang mengintegrasikan model pembelajaran inovatif masih terbatas. Penelitian ini bertujuan mengembangkan media pembelajaran *Komi-Studylab* berbasis *Google Sites* yang terintegrasi dengan Model Pembelajaran *Preprospec* Berbantuan TIK untuk menghasilkan media yang valid, layak, efektif, dan praktis dalam meningkatkan kemampuan representasi matematis murid kelas XI SMA pada materi komposisi fungsi dan fungsi invers. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan 4D yang meliputi tahap *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Disseminate*. Subjek penelitian adalah murid kelas XI-F2 sebagai kelas kontrol dan XI-F3 sebagai kelas eksperimen di SMA Negeri 1 Pecangaan. Data dikumpulkan melalui lembar validasi, tes kemampuan representasi matematis (*pretest* dan *posttest*), serta angket kepraktisan, kemudian dianalisis menggunakan analisis deskriptif dan inferensial. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media memperoleh validitas sebesar 92,41% (sangat valid), kelayakan 93,01% (sangat layak), serta kepraktisan berdasarkan respons guru sebesar 95,00% dan murid sebesar 86,21% (sangat praktis). Media juga efektif dengan rata-rata posttest kelas eksperimen 76,34, ketuntasan klasikal 100%, dan nilai *N-Gain* 0,64, lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol (0,59). Dengan demikian, *Komi-Studylab* dinyatakan valid, layak, praktis dan efektif, untuk meningkatkan kemampuan representasi matematis murid.

Kata Kunci: *Komi-Studylab*, kemampuan representasi matematis, *Google Sites*, Model Pembelajaran *Preprospec* Berbantuan TIK, pengembangan media pembelajaran

ABSTRACT

Students' mathematical representation skills are still relatively low, while the utilization of technology-based learning media that integrates innovative learning models remains limited. This study aims to Develop Komi-Studylab learning media based on Google Sites, integrated with the Preprospec Learning Model assisted by ICT, to produce media that is valid, feasible, effective, and practical in improving the mathematical representation abilities of 11th-grade high school students on the topics of function composition and inverse functions. This research uses the Research and Development (R&D) method with the 4D Development model, which includes Define, Design, Develop, and Disseminate stages. The subjects of the study are 11th-grade students in class F2 as the control group and class F3 as the experimental group at SMA Negeri 1 Pecangaan. Data were collected through validation sheets, tests of mathematical representation ability (pretest and posttest), and practicality questionnaires, then analyzed using descriptive and inferential analysis. The research results show that the media obtained a validity of 92.41% (very valid), feasibility of 93.01% (very feasible), and practicality based on teachers' responses of 95.00% and students' responses of 86.21% (very practical). The media is also effective, with an average post-test score of 76.34 in the experimental class, a 100% mastery level, and an N-Gain score of 0.64, which is higher than the control class (0.59). Therefore,

DOI: http://dx.doi.org/10.21274/jtm.2026.9.2.165-182

Komi-Studylab is declared valid, feasible, practical, and effective for improving students' mathematical representation skills.

Keywords: *Komi-Studylab, mathematical representation skills, Google Sites, Preprospec learning model assisted by ICT, development of learning media*

PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada abad ke-21 mendorong transformasi proses pembelajaran ke arah pemanfaatan teknologi digital sebagai sarana untuk mengembangkan kompetensi berpikir tingkat tinggi. Dalam konteks pembelajaran matematika, transformasi tersebut tidak hanya menekankan penguasaan konsep, tetapi juga pengembangan kemampuan murid dalam merepresentasikan, mengomunikasikan, dan menyelesaikan berbagai permasalahan matematika secara sistematis. Salah satu kemampuan yang berperan penting dalam proses tersebut adalah kemampuan representasi matematis. Kemampuan ini memungkinkan murid mengubah suatu permasalahan ke dalam berbagai bentuk representasi, seperti visual, simbolik, maupun verbal sehingga konsep matematika yang bersifat abstrak menjadi lebih mudah dipahami dan diselesaikan (Jäder & Johansson, 2025). Menurut Muhlishoh (2024), kemampuan representasi matematis membantu murid membangun pemahaman konseptual melalui transformasi antarbentuk representasi sehingga proses penyelesaian masalah menjadi lebih efektif.

Rendahnya kemampuan representasi matematis murid masih menjadi permasalahan dalam pembelajaran matematika di Indonesia. Laporan PISA tahun 2015 menunjukkan bahwa skor literasi matematika Indonesia hanya mencapai 386, jauh di bawah rata-rata negara OECD yang mencapai 490 (OECD, 2016). Pada pelaksanaan PISA tahun 2018, skor tersebut kembali menurun menjadi 379 (OECD, 2019). Penurunan masih terjadi pada PISA tahun 2022 ketika skor rata-rata literasi matematika Indonesia hanya mencapai 366 (OECD, 2023). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kemampuan murid dalam memahami, menafsirkan, dan merepresentasikan situasi ke dalam bentuk matematis masih belum berkembang secara optimal. Santiwidia et al. (2025) melaporkan bahwa hanya sekitar 18% murid Indonesia yang mampu mencapai Level 2 sebagai standar kompetensi minimum literasi matematika.

Temuan tersebut didukung oleh berbagai penelitian terdahulu. Afifah et al. (2024) melaporkan bahwa kemampuan representasi matematis murid SMA masih tergolong rendah dengan persentase rata-rata sebesar 48,3%. Sementara itu, Sintia dan Effendi (2022) menunjukkan bahwa kemampuan representasi matematis murid berada pada kategori sedang dengan rata-rata skor 46,12. Penelitian Suciaty et al. (2023) juga memperoleh rata-rata kemampuan representasi matematis sebesar 39,32. Hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kemampuan representasi matematis masih menjadi salah satu aspek yang perlu ditingkatkan dalam pembelajaran matematika.

Permasalahan tersebut juga ditemukan pada hasil studi pendahuluan di SMA Negeri 1 Pecangaan. Hasil *pretest* menunjukkan bahwa kemampuan representasi matematis murid pada materi komposisi fungsi dan fungsi invers masih rendah, dengan rata-rata skor hanya sebesar 33,15 dari

skor maksimum 100. Analisis jawaban murid memperlihatkan bahwa sebagian besar murid masih mengalami kesulitan dalam menyajikan konsep matematika melalui representasi visual, simbolik, maupun verbal. Di samping itu, berdasarkan hasil wawancara dengan guru, pembelajaran masih cenderung menggunakan metode ekspositori dengan pemanfaatan media berbasis teknologi yang belum maksimal sehingga partisipasi murid dalam membangun kemampuan representasi matematis belum optimal.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah melalui pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi. Salsabila et al. (2023) menjelaskan bahwa media pembelajaran berbasis TIK mampu meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar murid. Bach dan Jankvist (2024) menjelaskan bahwa teknologi digital mendukung penyajian konsep matematika melalui berbagai bentuk representasi sehingga dapat memfasilitasi proses representasi dan komunikasi matematis siswa. Salah satu platform yang dapat dimanfaatkan untuk tujuan tersebut adalah *Google Sites*. Annazar (2023) menyatakan bahwa *Google Sites* memungkinkan guru mengintegrasikan materi, video, gambar, serta kuis interaktif dalam satu media pembelajaran. Ramdan et al. (2025) menjelaskan bahwa media berbasis *Google Sites* mudah diakses melalui berbagai perangkat sehingga mendukung fleksibilitas pembelajaran. Penelitian Astarina et al. (2024) juga menunjukkan bahwa penggunaan *Google Sites* dapat secara signifikan meningkatkan pencapaian belajar murid.

Selain media pembelajaran, pemilihan model pembelajaran juga menentukan keberhasilan proses belajar. Dewi (2020) mengembangkan Model Pembelajaran *Preprospec* Berbantuan TIK yang terdiri atas tahapan *Prepare*, *Problem Solving*, *Presentation*, *Evaluation*, dan *Conclusion*. Model tersebut dirancang berdasarkan teori konstruktivisme sehingga mendorong murid membangun pengetahuan melalui pemecahan masalah dan diskusi dengan dukungan teknologi. Arianti (2022) membuktikan bahwa Model Pembelajaran *Preprospec* Berbantuan TIK mampu meningkatkan kemampuan representasi matematis melalui pengembangan bahan ajar. Penelitian Ikhsan et al. (2024) menunjukkan bahwa model tersebut mampu memfasilitasi representasi visual, simbolik, dan verbal murid. Fahrizal dan Dewi (2022) juga menyimpulkan bahwa penerapan Model Pembelajaran *Preprospec* Berbantuan TIK berpengaruh positif terhadap peningkatan kemampuan representasi matematis.

Meskipun berbagai penelitian telah membuktikan efektivitas *Google Sites* maupun Model Pembelajaran *Preprospec* Berbantuan TIK, penelitian tersebut masih dilakukan secara terpisah. Penelitian yang memanfaatkan *Google Sites* lebih banyak berfokus pada peningkatan hasil belajar atau kemampuan komunikasi matematis. Di sisi lain, penelitian mengenai Model Pembelajaran *Preprospec* Berbantuan TIK masih didominasi pengembangan bahan ajar. Hingga saat ini masih terbatas penelitian yang mengembangkan media pembelajaran berbasis *Google Sites* yang mengintegrasikan seluruh sintaks Model Pembelajaran *Preprospec* Berbantuan TIK secara sistematis untuk meningkatkan kemampuan representasi matematis murid pada materi komposisi fungsi dan

fungsi invers. Kesenjangan tersebut menjadi dasar pengembangan media *Komi-Studylab* dalam penelitian ini.

Berdasarkan uraian tersebut, rumusan masalah penelitian ini adalah: bagaimana mengembangkan media pembelajaran *Komi-Studylab* berbasis *Google Sites* yang terintegrasi dengan Model Pembelajaran *Preprospec* Berbantuan TIK sehingga memenuhi kriteria valid, layak, efektif, dan praktis dalam meningkatkan kemampuan representasi matematis murid kelas XI SMA pada materi komposisi fungsi dan fungsi invers? Berdasarkan rumusan masalah tersebut, penelitian ini bertujuan mengembangkan media pembelajaran *Komi-Studylab* berbasis *Google Sites* yang terintegrasi dengan Model Pembelajaran *Preprospec* Berbantuan TIK serta mengetahui tingkat validitas, kelayakan, keefektifan, dan kepraktisannya dalam meningkatkan kemampuan representasi matematis murid kelas XI SMA pada materi komposisi fungsi dan fungsi invers.

Penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan media pembelajaran matematika berbasis teknologi melalui integrasi *Google Sites* dengan sintaks Model Pembelajaran *Preprospec* Berbantuan TIK dalam satu media pembelajaran yang utuh. Penelitian ini menghasilkan media pembelajaran berbasis *Google Sites* yang terintegrasi dengan Model Pembelajaran *Preprospec* Berbantuan TIK sebagai alternatif pembelajaran matematika yang memenuhi aspek validitas, kelayakan, keefektifan, dan kepraktisan serta mendukung pengembangan kemampuan representasi matematis murid melalui representasi visual, simbolik, dan verbal. Kontribusi ini diharapkan dapat memperkaya inovasi pembelajaran matematika berbasis teknologi pada jenjang SMA. Untuk menguji keefektifan media yang dikembangkan, penelitian ini mengajukan hipotesis sebagai berikut. Hipotesis: (1) rata-rata nilai *posttest* kemampuan representasi matematis murid yang menggunakan *Komi-Studylab* mencapai BTA (Batas Tuntas Aktual) + KKTP (Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran); (2) proporsi ketuntasan klasikal mencapai lebih dari 75%; (3) rata-rata *posttest* kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol; (4) proporsi ketuntasan kelas eksperimen lebih tinggi dibanding kelas kontrol; dan (5) peningkatan kemampuan representasi matematis kelas eksperimen lebih tinggi dibanding kelas kontrol.

METODE

Penelitian ini adalah studi pengembangan *(Research and Development*/R&D) yang bertujuan menciptakan media pembelajaran *Komi-Studylab* berbasis *Google Sites*, terintegrasi dengan Model Pembelajaran *Preprospec* Berbantuan TIK. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kemampuan representasi matematis siswa kelas XI SMA dalam materi komposisi fungsi dan fungsi invers. Penelitian ini menggunakan model pengembangan 4D yang dikembangkan oleh Thiagarajan (1974), yang terdiri atas tahap *Define, Design, Develop*, dan *Disseminate*. Model ini dipilih karena menyediakan tahapan pengembangan yang sistematis mulai dari analisis kebutuhan hingga penyebarluasan produk, serta masih banyak diadopsi dalam penelitian pengembangan media pembelajaran terkini (Nuraini et al., 2025). Tahap *Define* dilakukan untuk menganalisis kebutuhan

pembelajaran melalui analisis kurikulum, karakteristik murid, materi, serta permasalahan pembelajaran. Tahap *Design* meliputi penyusunan rancangan media, penyusunan instrumen penelitian, dan perancangan perangkat pembelajaran. Tahap *Develop* meliputi validasi produk oleh ahli, revisi produk, serta uji coba terbatas dan uji coba lapangan. Tahap *Disseminate* dilakukan melalui implementasi produk dalam pembelajaran matematika pada kelas eksperimen di SMA Negeri 1 Pecangaan.

Populasi penelitian adalah seluruh murid kelas XI SMA Negeri 1 Pecangaan Tahun Ajaran 2025/2026. Sampel penelitian ditentukan menggunakan teknik *cluster random sampling* sehingga diperoleh kelas XI-F2 sebagai kelas kontrol dan kelas XI-F3 sebagai kelas eksperimen. Variabel penelitian meliputi media pembelajaran *Komi-Studylab* berbasis *Google Sites* dengan Model Pembelajaran *Preprospec* Berbantuan TIK sebagai variabel bebas dan kemampuan representasi matematis murid sebagai variabel terikat.

Data penelitian terdiri atas data kuantitatif dan data kualitatif. Data kuantitatif diperoleh melalui tes kemampuan representasi matematis berupa *pretest* dan *posttest*, lembar validasi ahli, lembar penilaian kelayakan media, serta angket kepraktisan guru dan murid. Data kualitatif diperoleh melalui saran dan komentar validator sebagai dasar revisi produk. Instrumen penelitian meliputi lembar validasi, lembar penilaian kelayakan, angket kepraktisan, dan tes kemampuan representasi matematis berupa *pretest* dan *posttest*. Ringkasan instrumen penelitian disajikan pada Tabel 1. Sebelum digunakan, seluruh instrumen divalidasi oleh satu ahli dan dua praktisi untuk memastikan validitas isi.

Tabel 1. Instrumen penelitian

Aspek yang diukur	Instrumen	Validator/Responden
Kevalidan	Lembar validasi ATP, RPM, materi ajar, media pembelajaran, dan instrumen tes	1 ahli dan 2 praktisi
Kelayakan	Lembar penilaian kelayakan materi ajar dan media pembelajaran	1 ahli dan 2 praktisi
Kepraktisan	Angket respons guru dan murid	2 guru dan 35 murid
Keefektifan	Tes kemampuan representasi matematis (*pretest–posttest*)	Murid kelas eksperimen dan kontrol

Instrumen penelitian terdiri atas lembar validasi, lembar penilaian kelayakan, angket kepraktisan, serta tes kemampuan representasi matematis berupa *pretest* dan *posttest*. Tes kemampuan representasi matematis terdiri atas tiga soal uraian yang mencakup indikator representasi visual, simbolik, dan verbal. Sebelum digunakan dalam penelitian, instrumen tes divalidasi oleh satu validator ahli dan dua praktisi, kemudian diuji coba untuk mengetahui validitas empiris, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda butir soal. Ringkasan hasil uji coba instrumen disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji coba instrumen tes kemampuan representasi matematis

Butir Soal	Validitas	Reliabilitas*	Tingkat Kesukaran	Daya Pembeda
1a	Tinggi	Reliabel	Sedang	Baik
1b	Tinggi	Reliabel	Sedang	Cukup
1c	Cukup	Reliabel	Sedang	Baik
2	Tinggi	Reliabel	Sedang	Baik
3a	Tinggi	Reliabel	Sedang	Baik
3b	Tinggi	Reliabel	Sukar	Cukup
3c	Tinggi	Reliabel	Sukar	Cukup

*Koefisien reliabilitas dihitung menggunakan *Alpha Cronbach* dan menunjukkan bahwa instrumen berada pada kategori reliabel.

Berdasarkan Tabel 2, seluruh butir soal memenuhi kriteria valid dengan tingkat kesukaran berada pada kategori sedang hingga sukar serta daya pembeda berkategori cukup hingga baik. Hasil perhitungan reliabilitas menggunakan rumus *Alpha* diperoleh koefisien $r_{11} = 0{,}80$, yang termasuk dalam kategori tinggi. Dengan demikian, instrumen tes kemampuan representasi matematis dinyatakan reliabel dan layak digunakan dalam penelitian.

Analisis data dilakukan secara deskriptif dan inferensial. Analisis deskriptif digunakan untuk mengetahui tingkat validitas, kelayakan, dan kepraktisan media pembelajaran melalui perhitungan persentase skor menggunakan Persamaan (1). Hasil persentase kemudian dikonversi ke dalam kategori sangat kurang, kurang, baik, dan sangat baik berdasarkan kriteria yang digunakan dalam penelitian. Analisis inferensial digunakan untuk menguji keefektifan media berdasarkan skor *pretest* dan *posttest*. Sebelum dilakukan pengujian hipotesis, data terlebih dahulu diuji prasyarat meliputi uji normalitas menggunakan uji *Shapiro–Wilk* dan uji homogenitas menggunakan uji *Levene*. Selanjutnya dilakukan pengujian hipotesis sesuai tujuan penelitian, yaitu *one sample t-test* untuk menguji apakah rata-rata kemampuan representasi matematis murid telah mencapai nilai BTA (Batas Tuntas Aktual) + KKTP (Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran), uji proporsi satu sampel untuk menguji ketuntasan belajar klasikal, *independent sample t-test* untuk membandingkan rata-rata kemampuan representasi matematis antara kelas eksperimen dan kelas kontrol, uji proporsi dua sampel untuk membandingkan proporsi ketuntasan kedua kelas, serta analisis *Normalized Gain (N-Gain)* untuk mengetahui peningkatan kemampuan representasi matematis setelah penggunaan media *Komi-Studylab*. Seluruh analisis statistik dilakukan menggunakan perangkat lunak *IBM SPSS Statistics versi 27*, sedangkan analisis kevalidan, kelayakan, dan kepraktisan dilakukan menggunakan *Microsoft Excel*.

Persentase skor kevalidan, kelayakan, dan kepraktisan dihitung menggunakan Persamaan (1).

$$P = \frac{total\ skor}{skor\ maksimal} \times 100\%$$

di mana P merupakan presentase skor (Ainy et al., 2024). Hasil uji kemudian dikonversi menjadi data kualitatif melalui rata-rata persentase skor sesuai kriteria tingkat kevalidan, kelayakan, dan kepraktisan media pembelajaran pada Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5 berikut.

Tabel 3. Kriteria tingkat validasi *Komi-Studylab*

Skor	Kriteria
$\mathbf{85\% < P \leq 100\%}$	Valid
$\mathbf{70\% < P \leq 85\%}$	Cukup Valid
$\mathbf{50\% < P \leq 70\%}$	Kurang Valid
$\mathbf{1\% < P \leq 50\%}$	Tidak Valid

Sumber: Ainy et al. (2024)

Tabel 4. Kriteria tingkat kelayakan media

Skor	Kriteria
$85\% < P \leq 100\%$	Sangat Layak
$70\% < P \leq 85\%$	Layak
$50\% < P \leq 70\%$	Cukup Layak
$1\% < P \leq 50\%$	Tidak Layak

Sumber: Ardiansyah dan Pratama (2021)

Tabel 5. Kriteria tingkat kepraktisan *Komi-Studylab*

Skor	Kriteria
$85\% < P \leq 100\%$	Sangat Praktis
$70\% < P \leq 85\%$	Praktis
$50\% < P \leq 70\%$	Kurang Praktis
$1\% < P \leq 50\%$	Tidak Praktis

Sumber: Ainy et al. (2024)

Selanjutnya, untuk menguji keefektifan media yang dikembangkan digunakan lima pengujian hipotesis sesuai tujuan penelitian. Teknik analisis yang digunakan pada setiap hipotesis disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Teknik analisis pengujian hipotesis

Hipotesis	Tujuan Pengujian	Teknik Analisis
H1	Menguji apakah rata-rata kemampuan representasi matematis murid mencapai nilai BTA + KKTP	*One Sample t-test*
H2	Menguji apakah proporsi ketuntasan belajar klasikal melebihi 75%	Uji Proporsi Satu Sampel
H3	Membandingkan rata-rata kemampuan representasi matematis kelas eksperimen dan kelas kontrol	*Independent Sample t-test*
H4	Membandingkan proporsi ketuntasan kelas eksperimen dan kelas kontrol	Uji Proporsi Dua Sampel
H5	Membandingkan peningkatan kemampuan representasi matematis kelas eksperimen dan kelas kontrol	Analisis *N-Gain* dan *Independent Sample t-test*

Peningkatan kemampuan representasi matematis dihitung menggunakan indeks *Normalized Gain* (*N-Gain*) sebagaimana ditunjukkan pada Persamaan (2).

$$N - Gain = \frac{skor\ posttest - skor\ pretest}{skor\ maksimum - skor\ pretest}$$

Hasil perhitungan $N - Gain$ tersebut kemudian dianalisis sesuai dengan kriteria peningkatan hasil belajar yang tercantum pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Kriteria peningkatan hasil belajar

Rata-rata	Kriteria
$\boldsymbol{g > 0,7}$	Tinggi
$\mathbf{0,3 \leq g \leq 0,7}$	Sedang
$\mathbf{0 < g < 0,3}$	Rendah

Sumber: Wahab et al. (2021)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Kevalidan *Komi-Studylab*

Berdasarkan hasil penilaian tiga validator yang terdiri atas satu ahli dan dua praktisi, media pembelajaran *Komi-Studylab* berbasis *Google Sites* yang dikembangkan dinyatakan memenuhi kriteria sangat valid. Validasi dilakukan terhadap Alur Tujuan Pembelajaran (ATP), Rencana Pembelajaran Mendalam (RPM), materi ajar, dan media pembelajaran. Rekapitulasi hasil validasi disajikan pada Tabel 8.

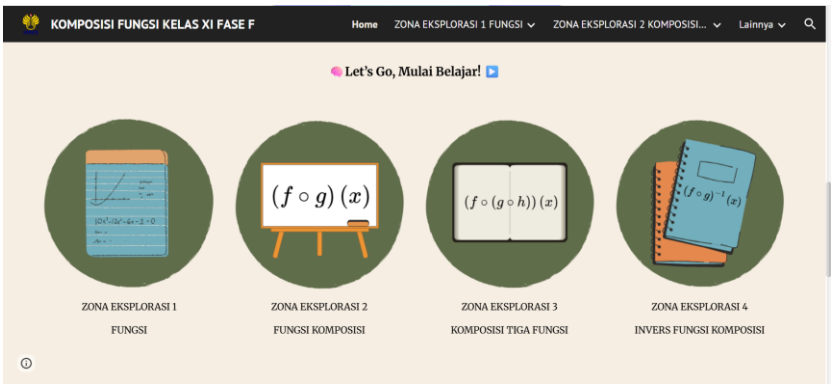
Tabel 8. Rekapitulasi hasil uji kevalidan *Komi-Studylab*

Komponen yang Divalidasi	Rata-rata Skor (%)	Kriteria
Alur Tujuan Pembelajaran (ATP)	91,66	Sangat Valid
Rencana Pembelajaran Mendalam (RPM)	90,83	Sangat Valid
Materi Ajar	93,51	Sangat Valid
Media Pembelajaran	93,61	Sangat Valid
Rata-rata	**92,41**	**Sangat Valid**

Berdasarkan hasil validasi ahli pada Tabel 8, media memperoleh persentase sebesar 92,41%. Mengacu pada kriteria validitas pada Tabel 3 menurut Ainy et al. (2024), persentase tersebut termasuk kategori valid, sehingga media dinyatakan memenuhi aspek kevalidan. Temuan tersebut menunjukkan bahwa *Komi-Studylab* telah memenuhi aspek isi, penyajian, kebahasaan, dan tampilan, sehingga layak digunakan pada tahap uji coba. Masukan dari validator, seperti penyempurnaan alokasi waktu pembelajaran dan pengembangan e-LKM interaktif, telah digunakan sebagai dasar revisi sebelum media diterapkan kepada murid. Antarmuka utama media pembelajaran *Komi-Studylab* disajikan pada Gambar 1 sebagai berikut.



(a) Tampilan halaman utama yang berisi judul media



(b) Tombol menu untuk mengakses kegiatan belajar 1 sampai 4



(c) Halaman kegiatan belajar sesuai sintaks *Preprospec* Berbantuan TIK

Gambar 1. Antarmuka utama media pembelajaran *Komi-Studylab*

Gambar 1 menunjukkan tampilan utama media pembelajaran *Komi-Studylab* berbasis *Google Sites* yang dikembangkan dalam penelitian ini. Halaman beranda (Gambar 1a) menyajikan informasi awal dan navigasi utama menuju setiap materi. Halaman zona eksplorasi (Gambar 1b) memuat pembagian materi ke dalam beberapa topik yang disusun secara sistematis sehingga memudahkan murid memilih materi yang akan dipelajari. Adapun halaman pembelajaran (Gambar 1c) mengintegrasikan sintaks Model Pembelajaran *Preprospec* Berbantuan TIK, yaitu *Prepare*, *Problem Solving*, *Presentation*, *Evaluation*, dan *Conclusion*, sehingga mendukung pembelajaran yang interaktif dan berorientasi pada pengembangan kemampuan representasi matematis.

Kelayakan *Komi-Studylab*

Selain memenuhi kriteria validitas, media yang dikembangkan juga memperoleh kategori sangat layak berdasarkan hasil penilaian ahli materi dan ahli media. Rekapitulasi hasil uji kelayakan disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Rekapitulasi hasil uji kelayakan *Komi-Studylab*

Aspek yang Dinilai	Rata-rata Skor (%)	Kriteria
Kelayakan Materi	92,86	Sangat Layak
Kelayakan Media	93,17	Sangat Layak
Rata-rata	**93,01**	**Sangat Layak**

Berdasarkan Tabel 9, aspek kelayakan materi memperoleh skor sebesar 92,86%, sedangkan aspek kelayakan media memperoleh skor 93,17%, sehingga rata-rata skor keseluruhan mencapai 93,01%. Berdasarkan kriteria kelayakan pada Tabel 4 menurut Ardiansyah dan Pratama (2021), media termasuk kategori sangat layak. Hasil tersebut menunjukkan bahwa *Komi-Studylab* telah memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai media pembelajaran pada materi komposisi fungsi dan fungsi invers.

Kepraktisan *Komi-Studylab*

Kepraktisan media pembelajaran dinilai berdasarkan angket respons guru dan murid setelah penggunaan *Komi-Studylab* dalam proses pembelajaran. Guru memberikan penilaian dengan rata-rata skor sebesar 95,00%, sedangkan murid memberikan rata-rata skor sebesar 86,21%. Mengacu pada kriteria kepraktisan pada Tabel 5 menurut Ainy et al. (2024), kedua penilaian media termasuk kategori praktis. Temuan ini menunjukkan bahwa *Komi-Studylab* mudah digunakan, mudah diakses, memiliki tampilan yang menarik, serta membantu murid dalam memahami materi pembelajaran. Secara keseluruhan, hasil uji validitas, kelayakan, efektivitas, dan kepraktisan menunjukkan bahwa *Komi-Studylab* memenuhi karakteristik media pembelajaran yang berkualitas sehingga layak diterapkan dalam pembelajaran matematika.

Keefektifan *Komi-Studylab*

Keefektifan media pembelajaran dianalisis melalui hasil tes kemampuan representasi matematis murid setelah penerapan *Komi-Studylab*. Sebelum dilakukan pengujian hipotesis, data terlebih dahulu diuji normalitas menggunakan uji *Shapiro–Wilk* dan uji homogenitas menggunakan uji *Levene*. Hasil uji prasyarat menunjukkan bahwa seluruh data berdistribusi normal dan memiliki varians yang homogen sebagaimana disajikan pada Tabel 10 dan Tabel 11.

Tabel 10. Hasil uji normalitas

Data	*Statistik Shapiro–Wilk*	*Sig.*	Keterangan
Pretest Eksperimen	.935	.060	berdistribusi normal
Posttest Eksperimen	.957	.238	berdistribusi normal
Pretest Kontrol	.934	.063	berdistribusi normal
Posttest Kontrol	.933	.058	berdistribusi normal

Berdasarkan Tabel 10, seluruh nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 sehingga data *pretest* dan *posttest* pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol berdistribusi normal.

Tabel 11. Hasil uji homogenitas

Data	Levene Statistic	Sig.	Keterangan
Posttest kelas eksperimen dan kontrol	0,838	0,476	Homogen

Berdasarkan Tabel 11, diperoleh nilai signifikansi sebesar $0{,}476 > 0{,}05$, sehingga varians data *posttest* antara kelas eksperimen dan kelas kontrol dinyatakan homogen. Dengan demikian, seluruh asumsi yang diperlukan telah terpenuhi sehingga pengujian hipotesis dapat dilanjutkan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh hipotesis penelitian diterima. Rata-rata nilai *posttest* murid pada kelas eksperimen telah melampaui batas ketuntasan yang ditetapkan. Selain itu, proporsi ketuntasan belajar klasikal mencapai lebih dari 75%, sehingga penggunaan *Komi-Studylab* dinyatakan memenuhi indikator ketuntasan pembelajaran. Jika dibandingkan dengan kelas kontrol, rata-rata nilai *posttest* kelas eksperimen juga lebih tinggi. Proporsi ketuntasan belajar kelas eksperimen mencapai 100%, sedangkan kelas kontrol mencapai 86,67%. Hasil analisis peningkatan kemampuan representasi matematis juga menunjukkan bahwa nilai rata-rata *N-Gain* kelas eksperimen (0,64) lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol (0,59), meskipun keduanya berada pada kategori sedang. Ringkasan hasil pengujian hipotesis penelitian disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Rekapitulasi hasil uji hipotesis penelitian

Hipotesis	Parameter	Hasil Uji	Kesimpulan
H1	Rata-rata *Posttest* Eksperimen	*One Sample t-test:* $t = 16{,}861, Sig. = 0.000 < 0{,}05$; $rata - rata\ posttest = 76{,}34 > BTA + KKTP = 52{,}70$	Diterima
H2	Proporsi Ketuntasan Eksperimen	Uji proporsi: $z_{hitung} = 3{,}21 > z_{tabel} = 1{,}64$ $(p < 0{,}05)$	Diterima
H3	Rata-rata *Posttest* Eksperimen vs Kontrol	*Independent Sample t-test*: $t = 2{,}162, Sig. = 0{,}035 < 0{,}05$; $\bar{x}\ eksperimen = 76{,}34 > \bar{x}\ kontrol = 71{,}27$	Diterima
H4	Proporsi Ketuntasan Eksperimen vs Kontrol	Uji proporsi: $Z_{hitung} = 1{,}47 < Z_{tabel} = 1{,}64$; $persentase\ ketuntasan = 100\% > 86{,}67\%$.	Diterima
H5	Peningkatan (*N-Gain*)	*Independent Sample t-test* terhadap *N-Gain*: $t_{hitung} = 1{,}9506$; $t_{tabel} = 1{,}671$; $\alpha = 5\%$; $t_{hitung} = 1{,}9506 > t_{tabel} = 1{,}671$.	Diterima

Berdasarkan hasil pengujian hipotesis pada Tabel 12, seluruh hipotesis penelitian dinyatakan diterima. Hasil tersebut menunjukkan bahwa media pembelajaran *Komi-Studylab* berbasis *Google Sites* yang terintegrasi dengan Model Pembelajaran *Preprospec* Berbantuan TIK efektif dalam meningkatkan kemampuan representasi matematis murid. Efektivitas tersebut ditunjukkan oleh tercapainya ketuntasan belajar, rata-rata hasil belajar yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol, serta peningkatan kemampuan representasi matematis yang lebih baik pada kelas eksperimen.

Untuk mengetahui besarnya peningkatan kemampuan representasi matematis murid setelah penggunaan media *Komi-Studylab*, dilakukan analisis *Normalized Gain (N-Gain)*. Hasil perhitungan rata-rata *N-Gain* kelas eksperimen dan kelas kontrol disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13. Hasil perhitungan rata-rata *N-Gain*

Kelas	Rata-rata *N-Gain*	Kategori
Eksperimen	0,64	Sedang
Kontrol	0,59	Sedang

Berdasarkan Tabel 13, rata-rata *N-Gain* kelas eksperimen sebesar 0,64, sedangkan kelas kontrol sebesar 0,59. Berdasarkan kriteria peningkatan hasil belajar pada Tabel 7 menurut Wahab et al. (2021), kedua kelas berada pada kategori sedang, namun kelas eksperimen memiliki peningkatan yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Hasil tersebut diperkuat oleh pengujian hipotesis menggunakan *independent sample t-test* yang menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan representasi matematis murid pada kelas eksperimen secara signifikan lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol.

Secara keseluruhan, hasil pengujian hipotesis menunjukkan bahwa seluruh hipotesis penelitian diterima. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan media pembelajaran *Komi-Studylab* berbasis *Google Sites* yang terintegrasi dengan Model Pembelajaran *Preprospec* Berbantuan TIK efektif dalam meningkatkan kemampuan representasi matematis murid, baik ditinjau dari ketercapaian nilai rata-rata, ketuntasan belajar, maupun peningkatan hasil belajar berdasarkan nilai *N-Gain*.

Pembahasan

Kevalidan dan Kelayakan *Komi-Studylab*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa media pembelajaran *Komi-Studylab* berbasis *Google Sites* yang dikembangkan memperoleh persentase validitas sebesar 92,41% yang berdasarkan kriteria kepraktisan menurut Ainy et al. (2024) termasuk kategori valid, sedangkan hasil penilaian kelayakan memperoleh persentase sebesar 93,01% yang berdasarkan kriteria kelayakan menurut Ardiansyah dan Pratama (2021) termasuk kategori sangat layak. Capaian tersebut menunjukkan bahwa media telah memenuhi aspek isi, penyajian, kebahasaan, tampilan, serta kesesuaian pembelajaran sehingga layak diimplementasikan dalam pembelajaran matematika.

Tingginya tingkat kevalidan menunjukkan bahwa materi komposisi fungsi dan fungsi invers yang disajikan dalam *Komi-Studylab* telah sesuai dengan capaian pembelajaran, karakteristik peserta didik, serta tujuan pembelajaran yang ingin dicapai. Selain itu, integrasi sintaks Model Pembelajaran *Preprospec* Berbantuan TIK ke dalam media juga dinilai telah mampu memfasilitasi aktivitas belajar yang sistematis mulai dari tahap *Prepare*, *Problem Solving*, *Presentation*, *Evaluation*, hingga *Conclusion*. Dengan demikian, media yang dikembangkan tidak hanya memenuhi aspek teknis, tetapi juga memenuhi aspek pedagogis yang mendukung proses pembelajaran.

Keberhasilan tersebut tidak terlepas dari penggunaan model pengembangan 4D yang dilakukan secara sistematis melalui tahap *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Disseminate*. Tahapan tersebut memungkinkan proses revisi dilakukan berdasarkan masukan validator sehingga setiap kelemahan produk dapat diperbaiki sebelum diimplementasikan pada pembelajaran. Proses validasi oleh ahli materi dan ahli media juga memastikan bahwa media telah memenuhi standar kualitas yang dibutuhkan dalam pembelajaran matematika.

Temuan ini memperkuat hasil penelitian Aprilia et al. (2024) yang menyatakan bahwa media pembelajaran berbasis *Google Sites* memiliki tingkat validitas yang tinggi karena mampu mengintegrasikan berbagai sumber belajar dalam satu platform digital yang mudah digunakan. Temuan ini juga mendukung penelitian Annazar (2023) yang menjelaskan bahwa *Google Sites* memungkinkan guru menyusun pembelajaran secara lebih terstruktur melalui integrasi materi, video, latihan soal, dan evaluasi dalam satu media pembelajaran. Dengan demikian, temuan penelitian ini memperkuat temuan sebelumnya bahwa *Google Sites* merupakan platform yang layak digunakan sebagai media pembelajaran matematika.

Selain memperkuat hasil penelitian sebelumnya, penelitian ini juga memberikan kontribusi baru melalui integrasi *Google Sites* dengan Model Pembelajaran *Preprospec* Berbantuan TIK. Berbeda dengan penelitian terdahulu yang umumnya hanya mengembangkan media berbasis *Google Sites* atau menerapkan Model *Preprospec* secara terpisah, penelitian ini mengombinasikan keduanya ke dalam satu media pembelajaran yang terintegrasi sehingga mampu mendukung proses pembelajaran secara lebih sistematis.

Kepraktisan *Komi-Studylab*

Selain memenuhi aspek validitas dan efektivitas, *Komi-Studylab* juga menunjukkan tingkat kepraktisan yang sangat tinggi berdasarkan respons guru maupun murid. Hasil angket menunjukkan bahwa guru memberikan penilaian sebesar 95,00%, sedangkan murid memberikan penilaian sebesar 86,21%. Mengacu pada kriteria kepraktisan menurut Ainy et al. (2024), kedua penilaian media termasuk kategori praktis. Hasil tersebut menunjukkan bahwa media mudah digunakan, mudah diakses, serta mampu mendukung pelaksanaan pembelajaran secara efektif.

Tingginya penilaian dari guru menunjukkan bahwa *Komi-Studylab* membantu proses pembelajaran tanpa menambah beban dalam mengelola kelas. Guru dapat menyampaikan materi, memberikan tugas, memantau aktivitas belajar, serta melakukan evaluasi melalui satu platform yang terintegrasi. Hal tersebut menjadikan proses pembelajaran lebih efisien dibandingkan penggunaan berbagai media secara terpisah.

Sementara itu, respons positif dari murid menunjukkan bahwa tampilan media yang menarik, navigasi yang sederhana, serta penyajian materi yang interaktif mampu meningkatkan kenyamanan belajar. Murid dapat mengakses materi, video pembelajaran, lembar kerja, latihan soal, dan evaluasi secara mudah melalui telepon genggam maupun komputer. Kemudahan tersebut mendorong murid untuk lebih aktif dalam mengikuti pembelajaran dan mempelajari kembali materi secara mandiri.

Temuan ini sejalan dengan penelitian Milala et al. (2022) yang menyatakan bahwa kepraktisan merupakan salah satu indikator penting dalam pengembangan media pembelajaran karena menentukan tingkat penerimaan pengguna terhadap produk yang dikembangkan. Selain itu, penelitian Febrian dan Nasution (2024) menjelaskan bahwa media berbasis *Google Sites* memberikan

fleksibilitas akses yang tinggi sehingga mampu mendukung pembelajaran secara mandiri maupun kolaboratif.

Kepraktisan yang tinggi menunjukkan bahwa *Komi-Studylab* memiliki peluang besar untuk diimplementasikan secara lebih luas pada pembelajaran matematika di sekolah. Media ini tidak hanya mudah digunakan oleh guru dan murid, tetapi juga mampu mendukung pembelajaran yang lebih interaktif, fleksibel, dan berpusat pada murid sesuai dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21.

Keefektifan *Komi-Studylab*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *Komi-Studylab* efektif dalam meningkatkan kemampuan representasi matematis murid. Efektivitas tersebut dibuktikan dengan diterimanya seluruh hipotesis penelitian, yaitu rata-rata nilai *posttest* kelas eksperimen telah melampaui batas ketuntasan yang ditetapkan, proporsi ketuntasan belajar mencapai lebih dari 75%, rata-rata kemampuan representasi matematis kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol, proporsi ketuntasan klasikal kelas eksperimen lebih baik daripada kelas kontrol, serta peningkatan kemampuan representasi matematis murid pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol.

Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa penggunaan *Komi-Studylab* mampu membantu murid membangun representasi matematis melalui berbagai bentuk penyajian informasi. Materi yang disajikan tidak hanya berbentuk teks, tetapi juga diperkaya dengan gambar, ilustrasi, video pembelajaran, latihan interaktif, dan lembar kerja digital sehingga memberikan kesempatan kepada murid untuk memahami konsep melalui representasi visual, simbolik, maupun verbal. Penyajian materi yang bervariasi tersebut membantu murid menghubungkan konsep abstrak dengan situasi konkret sehingga proses pembelajaran menjadi lebih bermakna.

Keefektifan media juga dipengaruhi oleh penerapan Model Pembelajaran *Preprospec* Berbantuan TIK yang menempatkan murid sebagai pusat pembelajaran. Pada tahap *Prepare*, murid diarahkan untuk mengaktifkan pengetahuan awal melalui apersepsi dan materi prasyarat. Tahap *Problem Solving* memberikan kesempatan kepada murid untuk menyelesaikan permasalahan secara mandiri maupun kelompok sehingga mendorong mereka menyajikan penyelesaian dalam berbagai bentuk representasi matematika. Selanjutnya, tahap *Presentation* dan *Evaluation* memungkinkan murid mengomunikasikan hasil pekerjaannya sekaligus memperoleh umpan balik dari guru maupun teman sekelas. Tahap *Conclusion* membantu murid menyusun kembali konsep yang telah dipelajari sehingga pemahaman yang diperoleh menjadi lebih utuh.

Pelaksanaan pembelajaran tersebut sejalan dengan teori konstruktivisme yang menekankan bahwa pengetahuan dibangun secara aktif melalui pengalaman belajar. Oleh karena itu, murid berperan sebagai subjek pembelajaran yang mengembangkan pemahamannya melalui aktivitas pemecahan masalah, diskusi, dan refleksi, bukan sekadar menerima informasi dari guru. Kondisi

tersebut memungkinkan kemampuan representasi matematis berkembang secara bertahap karena murid terbiasa mengubah suatu permasalahan ke dalam berbagai bentuk representasi yang sesuai.

Selain itu, peningkatan kemampuan representasi matematis juga dipengaruhi oleh fleksibilitas penggunaan media berbasis *Google Sites*. Murid dapat mengakses materi pembelajaran kapan pun melalui berbagai perangkat, sehingga kegiatan belajar tidak terbatas pada proses di dalam kelas, tetapi juga dapat dilakukan secara mandiri di luar waktu pembelajaran. Kemudahan akses tersebut memberikan kesempatan kepada murid untuk mempelajari kembali materi yang belum dipahami, mengerjakan latihan secara berulang, serta melakukan refleksi terhadap hasil belajarnya.

Hasil penelitian ini konsisten dengan penelitian Arianti (2022) yang menyatakan bahwa Model Pembelajaran *Preprospec* Berbantuan TIK mampu meningkatkan kemampuan representasi matematis melalui pembelajaran berbasis pemecahan masalah. Penelitian Fahrizal dan Dewi (2022) juga menunjukkan bahwa penerapan model tersebut memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan kemampuan representasi matematis peserta didik. Hasil penelitian Ramdan et al. (2025) mengungkapkan bahwa pemanfaatan media berbasis *Google Sites* dapat meningkatkan hasil belajar dengan menghadirkan pengalaman belajar yang lebih interaktif serta mudah diakses secara fleksibel. Penelitian Astarina et al. (2024) juga melaporkan bahwa penggunaan *Google Sites* meningkatkan aktivitas dan hasil belajar peserta didik secara signifikan.

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki kontribusi yang berbeda dibandingkan penelitian terdahulu. Penelitian terdahulu umumnya hanya mengembangkan media berbasis *Google Sites* tanpa mengintegrasikan model pembelajaran tertentu, atau hanya menerapkan Model *Preprospec* menggunakan bahan ajar konvensional. Penelitian ini mengintegrasikan media berbasis *Google Sites* dengan sintaks Model Pembelajaran *Preprospec* Berbantuan TIK sehingga menghasilkan media pembelajaran yang tidak hanya valid dan praktis, tetapi juga terbukti efektif meningkatkan kemampuan representasi matematis. Integrasi tersebut menjadi kebaruan penelitian karena mampu mengoptimalkan pemanfaatan teknologi sekaligus mendukung implementasi model pembelajaran yang berpusat pada murid.

Hasil penelitian memberikan implikasi bahwa integrasi media pembelajaran berbasis *Google Sites* dengan Model Pembelajaran *Preprospec* Berbantuan TIK dapat menjadi alternatif pembelajaran matematika yang efektif untuk meningkatkan kemampuan representasi matematis murid. Penggunaan media digital yang terintegrasi dengan model pembelajaran yang berorientasi pada aktivitas murid mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih aktif, interaktif, dan bermakna. Selain memberikan manfaat praktis bagi guru dalam mengelola pembelajaran, media yang dikembangkan juga mendukung implementasi pembelajaran berbasis teknologi sesuai dengan tuntutan Kurikulum Merdeka. Oleh karena itu, *Komi-Studylab* berpotensi untuk diterapkan pada materi matematika lainnya maupun dikembangkan lebih lanjut pada jenjang pendidikan yang berbeda.

Penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Implementasi media hanya dilakukan pada satu sekolah dengan jumlah sampel yang relatif terbatas sehingga hasil penelitian belum dapat digeneralisasikan secara luas. Selain itu, penelitian hanya diterapkan pada materi komposisi fungsi dan fungsi invers sehingga efektivitas *Komi-Studylab* pada materi matematika lainnya belum dapat diketahui. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan mengembangkan *Komi-Studylab* pada materi dan jenjang pendidikan yang berbeda dengan melibatkan jumlah sampel yang lebih besar sehingga efektivitas media dapat diuji secara lebih komprehensif. Selain itu, penelitian lanjutan juga dapat mengkaji pengaruh penggunaan *Komi-Studylab* terhadap aspek lain, seperti kemampuan berpikir kritis, kreativitas, maupun motivasi belajar murid.

SIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan media pembelajaran *Komi-Studylab* berbasis *Google Sites* yang terintegrasi dengan Model Pembelajaran *Preprospec* Berbantuan TIK pada materi komposisi fungsi dan fungsi invers untuk murid kelas XI SMA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media memenuhi kriteria valid, layak, praktis, dan efektif dalam meningkatkan kemampuan representasi matematis murid. Keefektifan media ditunjukkan oleh ketercapaian ketuntasan belajar, perbedaan hasil belajar antara kelas eksperimen dan kelas kontrol, serta peningkatan kemampuan representasi matematis yang lebih baik pada kelas eksperimen. Penelitian ini memberikan kontribusi berupa pengembangan media pembelajaran yang mengintegrasikan *Google Sites* dengan sintaks Model Pembelajaran *Preprospec* Berbantuan TIK dalam satu media pembelajaran interaktif sehingga dapat menjadi alternatif inovasi pembelajaran matematika di SMA.

DAFTAR RUJUKAN

Afifah, N., Susantie, A. D., & RDN, N. (2024). Meningkatkan kemampuan representasi matematis melalui model Problem Based Learning berpendekatan teaching at the right level dan tutor sebaya. *Prosiding Webinar Penguatan Calon Guru Profesional*, 1023–1034.

Ainy, H. Q., Supeno, & Ahmad, N. (2024). Pengembangan e-modul berbantuan flipbook digital untuk meningkatkan kemampuan problem solving siswa SMP pada pembelajaran IPA. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Citra Bakti*, *11*(1), 102–115. https://doi.org/10.38048/jipcb.v11i1.2820

Annazar, M. F. Y. (2023). *Pengembangan media pembelajaran berbasis TPACK menggunakan google site untuk meningkatkan pemahaman konsep matematis peserta didik kelas V sekolah dasar*. Universitas Lampung.

Aprilia, N. A., Arafah, A. A., & Rahmi, R. P. (2024). Pengembangan MARBIKA (Media Pembelajaran dengan Etnomatematika) berbasis google sites pada materi pola gambar dan pola bilangan kelas IV. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, *8*(2), 1185–1199. https://doi.org/10.31004/cendekia.v8i2.3245

Ardiansyah, A. S., & Pratama, N. T. (2021). Belajar dan berwisata melalui objek wisata Bledug Kuwu pada bahan ajar materi barisan. *JURING (Journal for Research in Mathematics Learning)*, *4*(4), 319. https://doi.org/10.24014/juring.v4i4.14115

Arianti. (2022). *Pengembangan bahan ajar dengan model Preprospec Berbantuan TIK untuk meningkatkan kemampuan representasi matematis*. Universitas Negeri Semarang.

Astarina, R., Yerizon, Bentri, A., & Zainil, M. (2024). Development of interactive learning media assisted by google sites in building materials for elementary schools grade V. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, *10*(Special Issue), 226–233. https://doi.org/10.29303/jppipa.v10ispecialissue.8555

Bach, C. C., & Jankvist, U. T. (2024). New possibilities of representational expressivity for mathematical communication: A case of DGE in an 8th-grade classroom. *International Journal of Technology in Mathematics Education*, *31*(1), 3–10. https://doi.org/10.1564/tme_v31.1.01

Dewi, N. R. (2020). *Pembelajaran Preprospec berbantuan TIK*. Lakeisha.

Fahrizal, M. B., & Dewi, N. R. (2022). Kajian teori: Kemampuan representasi matematis siswa ditinjau dari kemandirian belajar pada pembelajaran Prepospec berbantuan TIK. *PRISMA: Prosiding Seminar Nasional Matematika*, *5*, 507–511. https://journal.unnes.ac.id/sju/prisma/article/view/54572

Febrian, M. A., & Nasution, M. I. P. (2024). Efektivitas penggunaan google sites sebagai media pembelajaran kolaboratif: Perspektif teoritis dan praktis. *Al I'tibar: Jurnal Pendidikan Islam*, *11*(2), 152–159. https://doi.org/10.30599/jpia.v11i2.3590

Ikhsan, N. M., Dewi, N. R., & Waluya, S. B. (2024). Kemampuan representasi matematis siswa pada model pembelajaran Preprospec berbantuan aplikasi game android: Systematic literature review (SLR). *PRISMA: Prosiding Seminar Nasional Matematika*, *4*, 253–260. https://proceeding.unnes.ac.id/prisma/article/view/2960

Jäder, J., & Johansson, H. (2025). Exploring students' conceptual understanding through mathematical problem solving: Students' use of and shift between different representations of rational numbers between different representations of rational numbers. *Research in Mathematics Education*, *4802*, 1–18. https://doi.org/10.1080/14794802.2025.2456840

Milala, H. F., Endryansyah, Joko, & Agung, A. I. (2022). Keefektifan dan kepraktisan media pembelajaran menggunakan adobe flash flayer. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, *11*(2), 195–202. https://doi.org/10.26740/jpte.v11n02.p195-202

Muhlishoh, D. A. (2024). *Analisis kemampuan representasi matematis siswa dalam memecahkan masalah berdasarkan taksonomi Bloom revisi*. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.

Nuraini, A. J., Salsabila, I., Faturrohman, R., Taufik, N., Fajariyanti, N., Pd, M., Nulhakim, L., Tirtayasa, A., & Serang, K. (2025). Implementasi model 4-D dalam pengembangan video animasi pembelajaran dengan berbantuan Powtoon. *Kosmologi: Jurnal Pendidikan IPA Dan Sains*, *1*(1), 44–50. https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/kosmologi/article/view/26450

OECD. (2016). *PISA 2015 results (Volume I): Excellence and equity in education*. https://doi.org/10.1787/9789264266490-en

OECD. (2019). *PISA 2018 results (Volume I): What students know and can do*. https://doi.org/10.1787/5f07c754-en

OECD. (2023). *PISA 2022 Results (Volume II): Learning During – and From – Disruption*. https://doi.org/10.1787/a97db61c-en

Ramdan, A. Y., Atiaturrahmaniah, A., & Watoni, M. (2025). Pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis google sites untuk meningkatkan hasil belajar matematika kelas 5 SD Negeri 1 Pringgasela Selatan. *Cokroaminoto Journal of Primary Education*, *8*(4), 1986–1999. https://doi.org/10.30605/cjpe.8.4.2025.7088

Salsabila, S., Anriani, N., & Santosa, F. H. A. cecep. (2023). Pengembangan e-modul pada android menggunakan kodular untuk meningkatkan kemampuan representasi matematis siswa. *Teorema: Teori Dan Riset Matematika*, *8*(1), 1–10. https://doi.org/10.25157/teorema.v8i1.8704

Santiwidia, A., Arjudin, Kurniawan, E., & Prayitno, S. (2025). Analisis kemampuan literasi matematika dalam menyelesaikan soal matematika PISA pada peserta didik SMP. *JCAR: Journal of Classroom Action Research*, *7*(3), 1–8. https://doi.org/10.29303/jcar.v7i3.11636

Sintia, S., & Effendi, K. N. S. (2022). Analisis kemampuan representasi matematis siswa SMAN 1 Klari. *Transformasi : Jurnal Pendidikan Matematika Dan Matematika*, *6*(2), 143–153. https://doi.org/10.36526/tr.v6i2.2225

Suciaty, N., Santoso, E., & Nurhikmayati, I. (2023). Analisis kemampuan representasi matematis pada materi barisan dan deret. *Papanda Journal of Mathematics and Science Research*, *2*(2), 85–97. https://doi.org/10.56916/pjmsr.v2i2.520

Thiagarajan, S. (1974). Instructional development for training teachers of exceptional children: A sourcebook. In *Council for Exceptional Children.* https://doi.org/10.1016/0022-4405(76)90066-2

Wahab, A., Junaedi, & Azhar, M. (2021). Efektifitas pembelajaran statistika pendidikan menggunakan uji peningkatan n-gain di PGMI. *Jurnal Basicedu*, *5*(2), 1039–1045. https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i2.845