Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif
Volume 9, No. 3, Mei 2026

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

DOI 10.22460/jpmi.v9i3.31497

REFUSI: MEDIA RELASI DAN FUNGSI RME BERBANTUAN VSCODE TERHADAP KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS

Naomi Yoshepine Siswanto*[1], Nelly Fitriani[2], Linda[3]

[1,2,3] IKIP Siliwangi. Jl.Terusan Jenderal Sudirman, Cimahi, Indonesia
[1] snaomiyoshepine@gmail.com*, [2]nellyfitriani@ikipsiliwangi.ac.id, [3]linda1010@ikipsiliwangi.ac.id

ARTICLE INFO

Article History
Received Mar 4, 2026
Revised Apr 20, 2026
Accepted May 21, 2026

Keywords:
Relations and Functions Media;
Visual Studio Code;
Realistic Mathematics Education;
Mathematical communication ability

ABSTRACT

This study focuses on digital learning media developed using Visual Studio Code with a Realistic Mathematics Education (RME) approach, aimed at creating a Relations and Functions media (ReFusi) capable of meeting criteria for validity, practicality, and effectiveness in enhancing students' mathematical communication skills, utilizing the ADDIE development model (Analyze, design, development, implementation, evaluation). Research participants included eighth- and ninth-grade students, subject matter and media experts, and mathematics teachers. Instruments used were expert validation sheets, student response questionnaires, and a mathematical communication ability test, analyzed using descriptive and inferential statistics. The findings indicate that the ReFusi media achieved a highly valid category, with a 94% validation rate from subject matter experts and a 91.6% rate from media experts. Small Group Evaluation and Field Trial results demonstrated practicality with rates of 76,7% and 78%, respectively. The effectiveness test using N-Gain score showed an increase of 69,8% in the experimental class, significantly outperforming the control class. The t-test results also showed a significance value of 0,001 ($p < 0,05$), concluding that ReFusi is effective for students' mathematical communication ability.

Corresponding Author:
Naomi Yoshepine Siswanto,
IKIP Siliwangi
Cimahi, Indonesia
snaomiyoshepine@gmail.com

This is an open access article under the *CC BY-SA* license

Fokus penelitian ini adalah media pembelajaran digital berbantuan Visual Studio Code dengan pendekatan *Realistic Mathematics Education* (RME) yang bertujuan untuk mengembangkan media relasi dan fungsi (ReFusi) yang valid, praktis, serta efektiv terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa dengan menggunakan model pengembangan tipe ADDIE. Partisipan penelitian melibatkan siswa kelas VIII dan IX, ahli materi dan media, serta guru matematika. Instrumen yang digunakan adalah lembar validasi ahli dan angket respons siswa untuk mengukur kevalidan dan kepraktisan, serta tes kemampuan komunikasi matematis untuk mengukur efektivitas. Teknik analisis data menggunakan statistik deskriptif dan inferensial. Temuan dari penelitian ini adalah ketercapaian media ReFusi berada pada kategori sangat valid dengan persentase ahli materi 94% dan ahli media 91,6%. *Small Group Evaluation* dan *Field Trial* menunjukkan hasil praktis dengan persentase 76,7% dan 78%. Hasil uji efektivitas melalui *N-Gain score* menunjukkan peningkatan sebesar 69,8% pada kelas eksperimen, yang secara signifikan lebih baik dibandingkan dengan kelas kontrol. Hasil uji t juga menunjukkan nilai signifikansi 0,001 ($p < 0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran digital ini cukup efektif terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa.

How to cite:

Siswanto, N. Y., Fitriani, N., & Linda, L. (2026). ReFusi: Media relasi dan fungsi RME berbantuan VSCode terhadap kemampuan komunikasi matematis. *JPMI – Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, *9*(3), 579-596.

PENDAHULUAN

Dalam pembelajaran matematika, kemampuan komunikasi matematis salah satu kemampuan yang harus siswa miliki, terutama pada materi yang menuntut penggambaran bentuk representasi yang beragam seperti relasi dan fungsi. Kemampuan ini tidak hanya menyokong penyelesaian soal matematika, melainkan mendorong siswa untuk dapat mengekspresikan ide, menangkap konsep matematika yang lebih abstrak, dan menafsirkan situasi nyata secara logis dengan tujuan pemahaman maksud dari permasalahan tersebut hingga kepada menyelesaikannya dengan tepat (Kristiani et al., 2024; Yanti et al., 2019). Menurut Roesdiana, indikator kemampuan komunikasi matematis meliputi siswa mampu menyatakan situasi ke dalam model matematika (gambar, tabel, diagram, relasi, atau ekspresi matematika) dan menyelesaikannya, siswa mampu menyelesaikan model matematika bentuk gambar yang diberikan, serta siswa mampu menyusun pertanyaan dari gambar yang diberikan (Hendriana et al., 2021).

Meskipun demikian, hasil observasi dalam studi lapangan memberikan fakta bahwa masih perlunya perhatian lebih pada kemampuan ini. Banyak siswa yang mampu melakukan perhitungan matematika, namun menemui kesulitan dalam memahami konsep matematika yang abstrak terlebih apabila tidak dikaitkan dengan konteks yang nyata (Asoraya & Martila Ruli, 2022; Lastari et al., 2023). Ironisnya, siswa kurang mampu menyelesaikan permasalahan secara runtut dan mengalami kesulitan dalam menginterpretasikan situasi nyata ke dalam representasi matematis (Faizah & Sugandi, 2022). Bahkan, berdasarkan penelitian Munawaroh et al. (2018), siswa sering kali kesulitan mengubah soal cerita/kontekstual ke dalam model matematika yang tepat, sehingga mereka cenderung salah memasukkan data atau terjebak dalam prosedur pengerjaan yang keliru.

Karakteristik materi relasi dan fungsi yang membutuhkan kemampuan dalam merepresentasikan situasi ke dalam berbagai representasi matematis kerap menjadi kendala tersendiri bagi siswa di tingkat SMP dalam memahami konsep dasar matematika tersebut (Anggreni, 2022). Siswa memiliki kecenderungan dalam menghafal daripada memahami sebuah konsep, sehingga apabila dihadapkan dengan representasi dari konteks yang diberikan, atau bahkan mengubah bentuk representasi, mereka mengalami kendala. Ketimpangan antara sasaran kurikulum dan realitas ini mengindikasikan perlunya sebuah inovasi dalam pembelajaran yang dapat memfasilitasi keaktifan siswa dalam mengomunikasikan ide-ide matematisnya.

Dari banyaknya pendekatan pembelajaran, kemampuan komunikasi matematis dapat difasilitasi oleh pengimplementasian *Realistic Mathematics Education* (RME). Berbeda dengan pembelajaran konvensional yang langsung menyajikan rumus abstrak, RME memulai pembelajaran dari konteks yang relevan dengan keseharian siswa (Astari et al., 2021; D. Pamungkas & N. Rokhima, 2023; Nova et al., 2022). Melalui proses matematisasi, siswa diajak untuk menemukan kembali konsep matematika menggunakan model yang mereka buat sendiri. Pendekatan yang berakar pada masalah dunia nyata ini memberikan dampak pada penyajian ide, grafik, dan argumen matematis siswa yang lebih terstruktur. Keunggulan ini didukung oleh temuan studi yang mengonfirmasi bahwa penerapan RME secara signifikan dan konsisten mampu meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa di Indonesia (Ariati et al., 2023; Wahyuni & Rejeki, 2022).

Meskipun digitalisasi dalam pendidikan matematika telah masif dilakukan, banyak media pembelajaran yang digunakan saat ini masih bersifat statis atau berjalan satu arah. Lembar kerja

yang ada sering kali hanya berfokus pada penyelesaian tugas prosedural tanpa mendorong pemahaman konseptual, serta kurang memberikan ruang bagi siswa untuk mengekspresikan pemikiran matematis mereka (Ahsana et al., 2019). Sebaliknya, pemanfaatan teknologi melalui media yang interaktif tidak hanya mampu menjembatani kesulitan siswa, melainkan menciptakan pembelajaran yang lebih aktif tanpa dibatasi oleh ruang dan waktu (Marthani & Ratu, 2022).

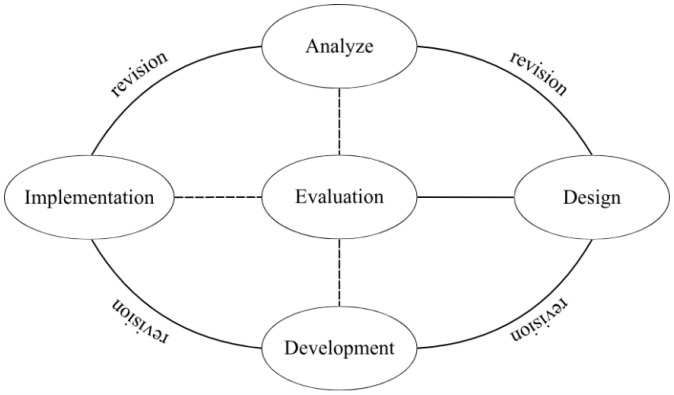
Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan modul digital yang interaktif dalam pembelajaran berdampak baik pada kemampuan komunikasi matematis siswa (Weylin et al., 2023). Melalui temuan Astriani et al. (2021) dan Rachmawati et al. (2020), terbukti bahwa penerapan *platform e-learning* dan media pembelajaran berbasis *website* secara efektif dapat menjadikan pembelajaran yang optimal untuk kemampuan tersebut. Maka dari itu, pengembangan media pembelajaran digital berbantuan Visual Studio Code menjadi sebuah solusi alternatif yang inovatif. Keunggulan pendekatan ini diperkuat oleh Oktavianus et al. (2025) yang membuktikan bahwa pengembangan media pembelajaran digital interaktif yang dibuat secara mandiri dengan penggunaan bahasa pemrograman seperti HTML, CSS, dan JavaScript melalui Visual Studio Code terbukti sangat layak dalam pembelajaran.

Berbagai penelitian terdahulu telah berupaya mengembangkan media pembelajaran digital dan pendekatan pedagogis untuk meningkatkan kemampuan siswa. Sudarman & Vahlia (2021) telah membuktikan efektivitas pendekatan RME berbantuan video pembelajaran, sedangkan Kusumah (2023) berhasil mengembangkan media digital interaktif menggunakan *software authoring* instan seperti Adobe Animate dan Articulate Storyline. Meskipun demikian, belum ada penelitian yang secara spesifik mengintegrasikan pendekatan RME ke dalam media pembelajaran interaktif yang dikembangkan secara mandiri melalui pengodean di Visual Studio Code, khususnya pada materi relasi dan fungsi. Kesenjangan ini menjadi pusat pada penelitian.

Berdasarkan pemaparan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk memproduksi media digital berbantuan Visual Studio Code dengan pendekatan *Realistic Mathematics Education* yang layak diimplementasikan untuk mendukung kemampuan komunikasi matematis siswa SMP. Proses pencapaian tujuan ini akan dilaksanakan melalui prosedur yang terstruktur dengan model penelitian dan pengembangan ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implementation, Evaluation*), yang terbukti keandalannya serta fleksibilitasnya dalam merancang produk media digital maupun desain pembelajaran matematika dengan pendekatan RME secara terstruktur (Mardhiyah et al., 2023).

METODE

Studi ini diimplementasikan melalui *Research and Development* (R&D) dengan fokus utama mengembangkan media ReFusi yang terintegrasi dengan karakteristik *Realistic Mathematics Education* (RME) dalam pembelajaran relasi dan fungsi. Produk hasil penelitian dirancang untuk memenuhi kriteria validitas, kepraktisan, dan keefektifan dalam penerapannya pada mata pelajaran matematika di kelas. Prosedur pengembangannya disusun secara terstruktur mengikuti lima tahapan kerangka ADDIE, yaitu *Analyze*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation* (Branch, 2009). Kerangka model ini terlihat pada Gambar 1 (Alnajdi, 2018).



Gambar 1. Tahapan Model Pengembangan ADDIE

Penelitian ini dilaksanakan di SMP PGRI 1 Padalarang yang melibatkan dua kelas VIII berjumlah 70 siswa sebagai kelas eksperimen dan kelas kontrol untuk *field trial* dan tahap implementasi, serta kelas IX berjumlah 9 siswa, dengan 3 siswa untuk *one-to-one evaluation* dan 6 siswa untuk *small group evaluation*, yang dipilih melalui teknik *purposive sampling* dengan mempertimbangkan perbedaan prestasi akademik siswa. Pemilihan sampel pada kelas XI bertujuan untuk memastikan representasi perbedaan kemampuan siswa dalam pembelajaran matematika. Selain siswa, penelitian ini juga melibatkan seorang dosen ahli materi, dua orang guru matematika, dan seorang pengembang *website*. Kemudian, tahap pengembangan dan implementasi terlaksana pada semester genap tahun ajaran 2025/2026 yang dimulai sejak Januari hingga Maret 2026.

Data penelitian dikumpulkan melalui tiga instrumen utama: (1) instrumen validasi untuk menilai kelayakan media ReFusi oleh para ahli, (2) angket respons siswa untuk menilai aspek kepraktisan media ReFusi, dan (3) instrumen tes berbentuk soal nonrutin untuk menilai kemampuan komunikasi matematis siswa. Instrumen tes yang diberikan kepada siswa telah teruji validitas dan reliabilitasnya melalui uji instrumen, dengan kriteria keduanya tinggi untuk lima butir soal yang masing-masing memuat salah satu indikator kemampuan komunikasi yang diujikan.

Dalam tahap *development* (pengembangan), proses validasi media ReFusi dilakukan oleh dosen dan guru yang memahami pendekatan RME serta materi relasi dan fungsi dalam pembelajaran. Validasi juga dilakukan oleh pengembang *website* sebagai ahli media. Tim validator memberikan rekomendasi perbaikan yang digunakan untuk menyempurnakan media pembelajaran yang dikembangkan. Setelah direvisi, media ReFusi dievaluasi secara *one-to-one* kepada 3 siswa dengan mengobservasi penggunaan media ini untuk mengetahui apakah masih terdapat kekeliruan. Setelah diujicobakan, media ReFusi diterapkan dalam pembelajaran pada tahap *small group trial* dan siswa diminta untuk memberikan umpan balik melalui angket respons siswa. Umpan balik dari siswa juga digunakan untuk meningkatkan kualitas media lebih lanjut. Tahapan dilanjutkan dengan *field trial* yang dilakukan pada kelas eksperimen dengan memberikan angket respons siswa sebagai pengambilan data yang lebih luas.

Evaluasi perbandingan efektivitas pembelajaran pada tahap implementasi dilakukan dengan memberikan lima soal uraian kepada kelas eksperimen, yaitu siswa yang telah melalui implementasi media ReFusi dalam pembelajaran, serta kelas kontrol. Soal ini diberikan sebagai *pre-test* dan *post-test* untuk membandingkan signifikansi peningkatan kemampuan komunikasi matematis mereka dengan melihat skor *N-gain.* Hasil perolehan data digunakan untuk menguji efektivitas penggunaan media ReFusi dalam pembelajaran relasi dan fungsi terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa.

Analisis data penelitian ini berfokus pada tiga dimensi, yaitu kelayakan, kepraktisan, dan efektivitas media yang dikembangkan dengan teknik analisis data menggunakan statistik deskriptif dan statistik inferensial melalui Excel dan IBM SPSS Statistics. Penilaian kevalidan dan kelayakan media menggunakan skala Likert empat tingkat, di mana angka 1 menunjukkan kondisi sangat tidak valid, dan angka 4 menunjukkan kondisi sangat valid. Pemilihan skala Likert yang telah dimodifikasi ini bertujuan untuk memperoleh data yang lebih terukur dan objektif mengenai interpretasi yang diperoleh (Liska et al., 2022).

Penilaian kevalidan mencakup kelayakan isi, bahasa, penyajian, dan kesesuaian dengan karakteristik pendekatan RME, yang meliputi penggunaan situasi realistis yang relevan dengan keseharian siswa, pemodelan dengan representasi matematis untuk memecahkan masalah, interaktivitas antarsiswa, keterhubungan, dan kontribusi siswa dalam pembelajaran (Fitriani & Yuliani, 2016; Wewe & Juliawan, 2019). Karakteristik-karakteristik tersebut dirancang untuk menumbuhkan kemampuan komunikasi matematis siswa, termasuk membuat representasi matematis dan memahami model matematika yang diberikan, yang sangat penting bagi peserta didik untuk secara efektif mengungkapkan pemikiran matematis mereka (Putra et al., 2024). Hasil dari validitas media dihitung dengan membagi skor yang diperoleh dengan skor maksimum seperti formula berikut (Sugandi et al., 2020).

$$V = \frac{f}{N} \times 100\%$$

Kriteria validitas media pembelajaran dapat dilihat pada Tabel 1 (Hidayat & Aripin, 2023).

Tabel 1. Kriteria Validitas

Skor Validitas (%)	Kriteria
$81 - 100$	Sangat valid
$61 - 80$	Valid
$41 - 60$	Cukup valid
$21 - 40$	Tidak valid
$0 - 20$	Sangat tidak valid

Angket respons siswa menginterpretasikan kepraktisan media ReFusi. Angket ini diberikan kepada siswa setelah implementasi media dalam pembelajaran relasi dan fungsi. Sistem penilaian menggunakan skala Likert modifikasi empat tingkat, mulai dari angka 1 yang menunjukkan tingkat kepraktisan sangat rendah, hingga angka 4 yang menunjukkan tingkat kepraktisan sangat tinggi. Dalam mengevaluasi kepraktisan media pembelajaran, terdapat beberapa aspek yang menjadi fokus penilaian, meliputi kemudahan siswa dalam mengakses media pembelajaran, tingkat kejelasan penyajian materi, daya tarik tampilan media, serta efektivitas media dalam memfasilitasi pemahaman materi pembelajaran. Skor kepraktisan diperoleh dari pembagian antara jumlah skor dan skor maksimum (Hidayat & Aripin, 2023).

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

Kriteria kepraktisan media menrut Hidayat et al. (2023) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Kepraktisan

Skor Kepraktisan (%)	Kriteria
$81 - 100$	Sangat praktis
$61 - 80$	Praktis
$41 - 60$	Cukup praktis
$21 - 40$	Tidak praktis
$0 - 20$	Sangat tidak praktis

Penilaian efektivitas dilakukan dengan pemberian instrumen tes yang memuat indikator-indikator kemampuan komunikasi matematis, yang diberikan sebanyak dua kali, yaitu *pre-test* dan *post-test* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Soal uraian ini diberikan sebelum pembelajaran relasi dan fungsi, lalu setelah pembelajaran relasi dan fungsi selesai secara keseluruhan. Evaluasi efektivitas media dilakukan dengan melihat peningkatan hasil belajar dan membandingkan nilai *N-Gain* antara kelas eksperimen dan kelas kontrol menggunakan uji dua sampel independen untuk menentukan apakah terdapat perbedaan yang signifikan. Formula menghitung nilai *N-Gain* adalah sebagai berikut (Rahmi et al., 2021).

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

Tafsiran dari nilai *N-Gain* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria Efektivitas *N-Gain*

Persentase *N-Gain* (%)	Kriteria
< 40	Tidak Efektif
$40 - 55$	Kurang Efektif
$56 - 75$	Cukup Efektif
> 76	Efektif

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil penelitian dan pengembangan ini dipaparkan secara terstruktur sesuai dengan tahapan model pengembangan ADDIE. Pada tahap analisis sebagai langkah awal, pencarian data dilakukan melalui observasi pembelajaran dan wawancara mendalam dengan guru matematika di SMP PGRI 1 Padalarang untuk memotret kondisi nyata di kelas. Temuan di lapangan menunjukkan bahwa materi relasi dan fungsi masih menjadi salah satu tantangan bagi siswa karena karakteristiknya yang abstrak dan membutuhkan bentuk representasi lain, seperti diagram, koordinat Kartesius, dan bentuk representasi lainnya. Siswa sering kali mengalami kesulitan ketika harus berhadapan dengan variabel dan membangun model matematika dari situasi nyata. Masalah ini ternyata berdampak linier pada kemampuan komunikasi matematis mereka, di mana banyak siswa yang mampu menghitung secara prosedural, namun mengalami kesulitan ketika diminta menjelaskan logika berpikirnya atau bagaimana mereka menuangkan ide tersebut ke dalam bentuk tulisan yang lebih sistematis.

Dalam pembelajaran matematika, sekolah sudah mulai memanfaatkan teknologi seperti video pembelajaran. Penggunaannya sejauh ini masih sebatas alat bantu visual dan belum menyentuh esensi pembangunan konsep secara mandiri oleh siswa. Di sisi lain, ada potensi besar yang terlihat dari antusiasme siswa terhadap perangkat digital. Meski mereka belum mengenal

pemrograman, minat mereka terhadap pembelajaran berbasis digital sangat tinggi. Hal ini memberikan sinyal kuat bahwa dibutuhkan sebuah media pembelajaran digital yang dapat diakses melalui berbagai perangkat yang dikembangkan dengan menggunakan Visual Studio Code. Dengan mengintegrasikan pendekatan *Realistic Mathematics Education* (RME), media ini diharapkan tidak hanya menjadi alat tontonan, tetapi juga menjadi jembatan yang menghubungkan masalah dunia nyata dengan konsep matematika formal, sehingga kemampuan komunikasi matematis siswa dapat terasah dengan lebih alami.

Penindaklanjutan tahap analisis dilakukan dengan merancang struktur media pembelajaran pada tahap desain. Dengan Visual Studio Code, media ini dirancang dengan hasil akhir sebagai *website* yang dikembangkan dengan menggunakan kombinasi HTML, CSS, dan JavaScript. *Input* data dilakukan dengan mengintegrasikan Google Spreadsheet ke dalam koding untuk menyimpan hasil pengerjaan siswa. Kemudian, langkah terakhir adalah *hosting* media melalui GitHub. Pemilihan *tech stack* ini bertujuan untuk menciptakan media pembelajaran yang responsif, ringan, tidak membebani perangkat yang digunakan siswa, dan mudah diakses siswa melalui berbagai perangkat sehingga tidak memerlukan instalasi yang rumit. Navigasi media pembelajaran disusun dengan pembagian materi relasi dan fungsi ke dalam beberapa bagian, mulai dari pengenalan konsep, eksplorasi konsep, hingga evaluasi pembelajaran.

Selain pemilihan penggunaan bahasa pemrograman, pada tahap ini juga dilakukan penyusunan konten yang disesuaikan dengan karakteristik *Realistic Mathematics Education* (RME) ke dalam fitur-fitur yang dibuat. Permasalahan kontekstual yang relevan dengan keseharian siswa diintegrasikan ke dalam *interface website*, di mana penggunaan JavaScript berperan sentral dalam membangun logika interaksi seperti pemasangan anggota himpunan, kotak kontribusi siswa, dan penarikan garis pada diagram panah. Hal ini ditujukan untuk membuat siswa terlibat aktif dalam pembelajaran dengan tidak hanya melihat rumus, melainkan membangun kembali pemahamannya melalui fitur yang disediakan sehingga kemampuan komunikasi matematis mereka terasah. Pada tahap desain, selain perancangan perangkat penelitian, dilakukan pula perancangan instrumen penelitian yang akan digunakan pada tahap berikutnya, meliputi lembar validasi ahli, angket respons siswa, dan soal tes kemampuan komunikasi matematis pada materi relasi dan fungsi untuk mengukur efektivitas media pembelajaran.

Berbekal seluruh rancangan media pembelajaran berikut instrumen penelitian yang telah tersusun, penelitian dilanjutkan pada tahap pengembangan untuk merealisasikan produk beserta pengambilan data kevalidan dan kepraktisan. Proses pembuatan media dengan bantuan Visual Studio Code diawali dengan merancang struktur *website* menggunakan HTML dengan pengaturan tampilan menggunakan CSS. *Input* data dibuat dengan pengintegrasian Google Spreadsheet ke dalam Visual Studio Code sehingga data yang dimasukkan akan terekam secara *real-time*. Logika interaksi yang ada pada media diatur oleh JavaScript, baik itu kolom pengisian yang dapat diisi siswa, maupun beberapa efek animasi pada media. Setelah pembuatan rampung, dilakukan validasi oleh ahli mengenai beberapa aspek dengan hasil pada Tabel 4.

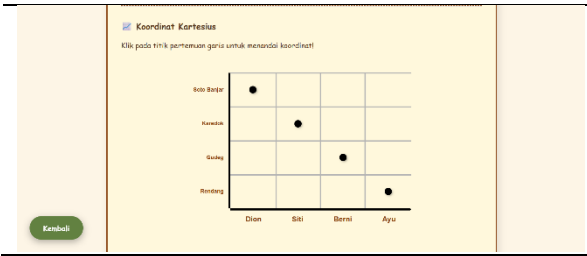
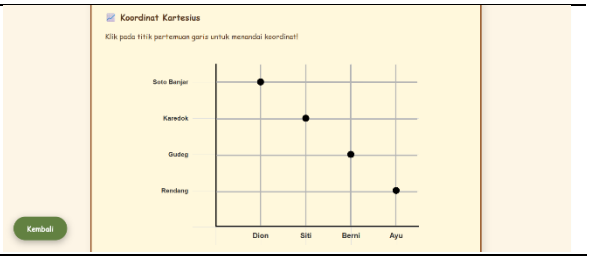
Tabel 4. Hasil Validasi Ahli

Validator	Aspek Penilaian	Jumlah Skor	Skor Maksimum	Persentase	Interpretasi
Ahli materi	Kelayakan isi dan keilmuan	44	48	92%	Sangat valid
	Implementasi pendekatan RME	56	60	93%	Sangat valid
	Stimulasi kemampuan komunikasi matematis	34	36	94%	Sangat valid
	Kualitas kebahasaan dan notasi	36	36	100%	Sangat valid
Total		170	180	94%	Sangat valid
Ahli media	Rekayasa perangkat lunak	32	36	89%	Sangat valid
	Estetika desain visual	32	36	89%	Sangat valid
	Fungsionalitas dan navigasi	34	36	94%	Sangat valid
	Pemanfaatan pedagogis digital	23	24	96%	Sangat valid
Total		121	132	91,6%	Sangat valid

Proses validasi melibatkan tiga ahli dengan latar belakang yang berbeda untuk melihat hasil validasi dari beberapa sudut pandang. Dosen dan guru matematika difokuskan pada konten yang disajikan, sedangkan untuk aspek teknologi secara keseluruhan divalidasi oleh ahli media untuk meninjau kualitas koding dan interaksi media yang dibuat. Secara umum, hasil validasi menggambarkan bahwa media yang dikembangkan sangat valid baik berdasarkan ahli materi maupun media, namun dengan catatan terdapat beberapa perbaikan yang perlu ditindaklanjuti sebelum diujicobakan pada siswa. Sebagian lainnya berupa saran untuk memilih palet warna yang lebih cerah untuk menarik perhatian siswa.

Pada kotak saran yang ada pada lembar validasi ahli materi, dosen dan guru matematika meninjau bahwa representasi koordinat Kartesius kurang relevan, di mana titik yang tidak tepat berada di tengah dan garis yang ada di dalam koordinat Kartesius tersebut lebih mirip dengan diagram batang. Hal ini menjadi salah satu masukan yang dipertimbangkan mengingat kesalahan konsep merupakan hal yang fatal. Ahli media memberikan evaluasi bahwa terdapat beberapa navigasi yang tidak responsif pada tampilan *mobile*. Perubahan pada media dapat dilihat dengan membandingkan sebelum dan setelah revisi, seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Representasi Koordinat Kartesius Sebelum dan Setelah Revisi Media

Sebelum Revisi	Setelah Revisi
	

Perubahan pada Tabel 5 terlihat pada gambar sebelum revisi, letak garis dalam koordinat Kartesius yang tidak tepat mewakili variabel-variabel yang ada pada sumbu *x* dan *y* sehingga titik-titik yang termuat ketika digunakan terlihat mengambang dan kurang sesuai. Setelah perbaikan dengan menggeser posisi garis dalam koordinat Kartesius pada CSS, posisi garis tersebut menjadi sesuai sehingga titik-titik yang dimuat tepat berada pada perpotongan garis. Pembuatan koordinat Kartesius ini memanfaatkan *toogle switch* yang ada pada Visual Studio Code sehingga lebih mudah untuk dioperasikan. Kemudian, untuk sumbu-sumbunya sendiri menggunakan tabel yang disesuaikan garis-garis pada baris dan kolomnya.

Perubahan juga terjadi pada tombol dengan ikon video sebelum revisi yang tidak dapat diklik pada tampilan *mobile*, sedangkan apabila diakses menggunakan laptop atau komputer, ikon video tersebut dapat diakses dan merujuk pada video yang digunakan sebagai konten pembelajaran. Revisi dilakukan dengan menambahkan pengaturan *media screen* pada CSS sehingga tampilan media akan menyesuaikan dengan perangkat yang digunakan dan ikon video dapat diakses melalui perangkat apa pun. Kemudian, terdapat tombol untuk kembali ke halaman sebelumnya yang tidak responsif, sehingga perlu perbaikan pada kodingnya.

Produk yang telah direvisi pada tahap pertama berdasarkan masukan dari para ahli, diujikan kepada 3 orang siswa sebagai *one-to-one evaluation* untuk menemukan *bugs* atau kendala teknis yang dialami siswa sebagai calon pengguna. Selain itu, uji coba individual ini bertujuan untuk menemukan kendala yang mungkin terlewat dari tinjauan ahli. Observasi dilakukan secara langsung terhadap siswa dengan mengakses media. Pada tahap ini, tidak ada revisi secara besar-besaran, hanya terdapat beberapa kesalahan pengetikan pada media sehingga diperlukan revisi tahap kedua untuk menyempurnakan media. Setelah media diperbaiki, tahap selanjutnya adalah *small group evaluation* yang terdiri dari 6 orang siswa yang mencoba mengakses media, lalu diberikan angket respons siswa dengan hasil pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Angket Respons Siswa pada *Small Group Evaluation*

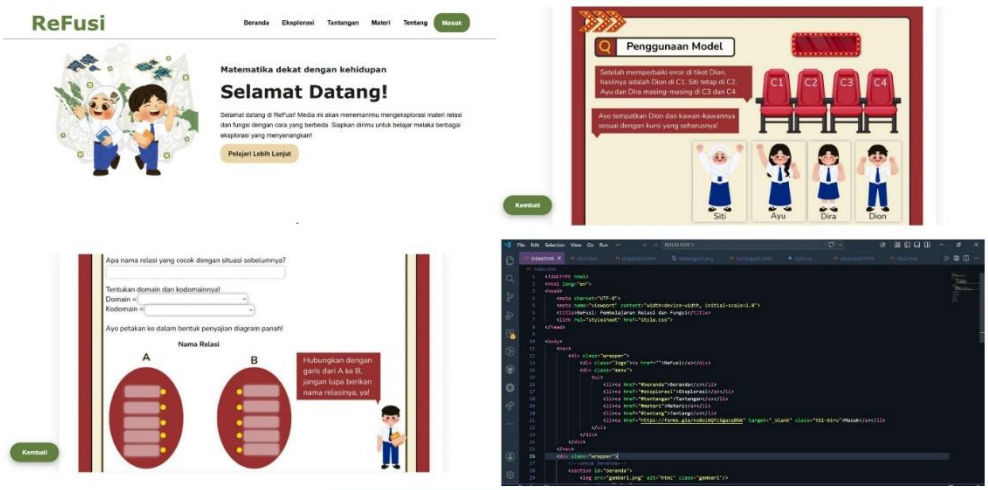
Aspek Penilaian	Jumlah Skor	Skor Maksimum	Persentase	Interpretasi
Daya tarik visual dan keterbacaan	73	96	76%	Praktis
Pemahaman konten dan alur pembelajaran	111	144	77%	Praktis
Persepsi kemudahan pembelajaran	37	48	77%	Praktis
Total	221	288	76,7%	Praktis

Perolehan data hasil angket respons siswa pada *small group evaluation* yang ditunjukkan pada Tabel 7 menginterpretasikan bahwa media ReFusi berada pada kategori praktis. Setelah media dinyatakan praktis pada tahap ini, langkah berikutnya adalah *field trial* dengan memberikan angket respons kepada siswa kelas eksperimen. Berikut hasil angket respons siswa pada *field trial* yang disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Angket Respons Siswa pada *Field Trial*

Aspek Penilaian	Jumlah Skor	Skor Maksimum	Persentase	Interpretasi
Daya tarik visual dan keterbacaan	445	560	79%	Praktis
Pemahaman konten dan alur pembelajaran	650	840	77%	Praktis
Persepsi kemudahan pembelajaran	218	280	78%	Praktis
Total	1313	1680	78%	Praktis

Berdasarkan Tabel 7, media ReFusi masih berada pada kategori praktis dengan peningkatan persentase yang sedikit. Hasil ini menunjukkan bahwa kepraktisan media tetap konsisten baik untuk kelompok kecil maupun kelompok besar. Persentase tertinggi yang diperoleh adalah aspek daya tarik visual dan keterbacaan media, yang mengindikasikan bahwa antarmuka pengguna dan navigasi media memudahkan siswa serta menarik minat mereka dalam pembelajaran. Tahapan berikutnya adalah implementasi media ReFusi dalam pembelajaran relasi dan fungsi setelah media tersebut telah melalui pengujian kelayakan dan kepraktisannya. Gambar 2 adalah media yang siap diimplementasikan dan bahasa pemrogramannya.



Gambar 2. Media ReFusi

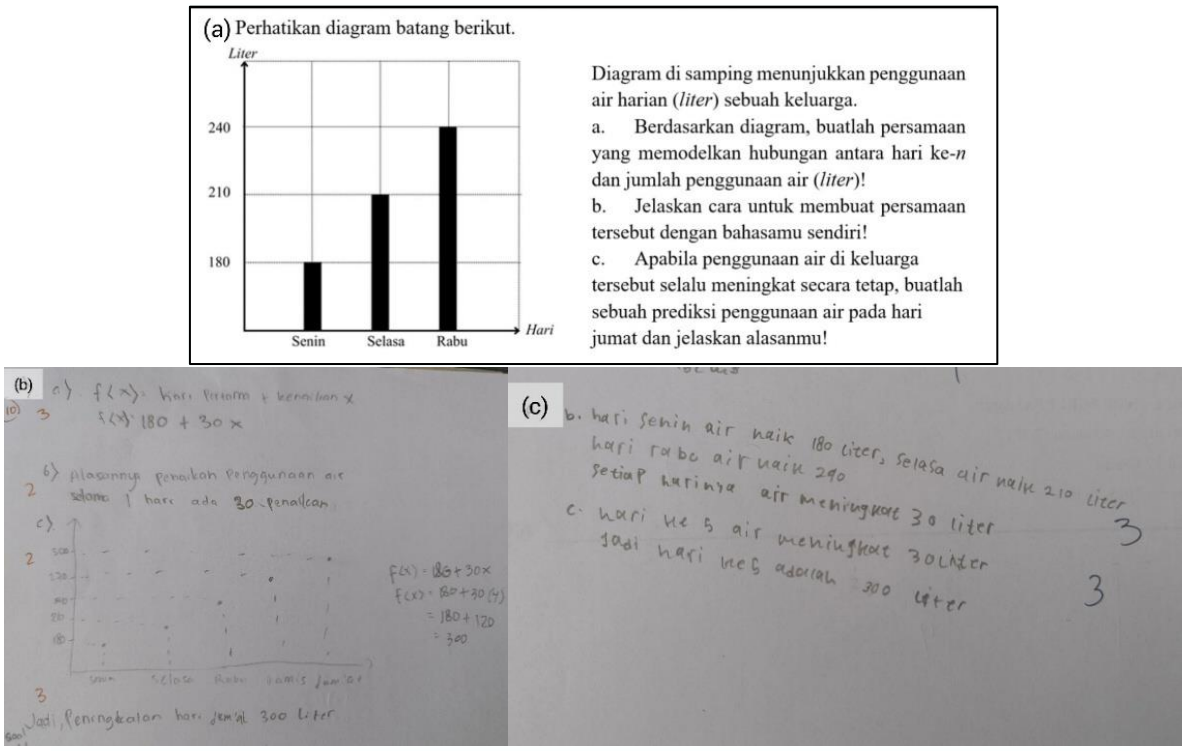
Tahap implementasi diawali dengan pemberian *pre-test* kepada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kemudian, tahapan ini dilanjutkan dengan implementasi media dalam pembelajaran relasi dan fungsi hanya di kelas eksperimen, tidak dengan kelas kontrol. Tahapan diakhiri dengan pemberian *post-test* pada kedua kelas. Hal ini ditujukan untuk membandingkan potensi efektivitas implementasi media terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa. Perolehan data hasil *pre-test* dan *post-test* diuji dengan statistik inferensial dengan menghasilkan data yang berdistribusi normal dari kelas eksperimen dan kelas kontrol, yaitu sig. 0,122 dan sig. 0,284 lebih dari 0,05. Pengolahan data dilanjutkan dengan menentukan nilai *N-Gain* pada setiap kelas. Hasil pengolahan data ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Efektivitas

Kemampuan		Kelas Eksperimen			Kelas Kontrol			SMI
		Pre-Test	*Post-Test*	*N-Gain*	*Pre-Test*	*Post-Test*	*N-Gain*	
Komunikasi Matematis	Rata-rata	6,97	40,34	69,8	4,60	25,14	40,6	55
	Persentase	13%	73%	69,8%	8%	46%	40%	
	Standar Deviasi	1,75	2,35	9,18	1,09	2,39	14,7	
Jumlah Data		35			35			

Berdasarkan Tabel 8, nampak bahwa terdapat ketimpangan antara kedua kelas dengan persentase 69,8% untuk kelas eksperimen yang berarti cukup efektif dan 46% untuk kelas kontrol yang berarti kurang efektif. Untuk membuktikan adanya perbedaan yang signifikan dari hasil perolehan tersebut, dilakukan uji statistik *Independent Samples T-Test* pada data *N-Gain* kelas eksperimen dan kelas kontrol menggunakan IBM SPSS Statistics dengan perolehan t-

hitung sebesar 9,981 dengan nilai sig.(2-*tailed*) sebesar 0,001 dan derajat kebebasan sebesar 68. Karena nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05, maka terdapat perbedaan peningkatan hasil belajar yang signifikan pada pengimplementasian media ReFusi dalam pembelajaran relasi dan fungsi, seperti halnya dapat dilihat melalui jawaban yang diberikan siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol pada Gambar 3.



Gambar 3. (a) Soal Permasalahan dalam Diagram Batang; (b) Jawaban Siswa Kelas Eksperimen; (c) Jawaban Siswa Kelas Kontrol

Kemampuan komunikasi matematis siswa pada indikator menyelesaikan model matematika dalam bentuk gambar menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hal ini teramati pada penyelesaian masalah relasi penggunaan air pada Gambar 3(a). Jawaban siswa pada Gambar 3(b) terlihat lengkap dan terstruktur, jawaban yang diberikan menjawab pertanyaan. Siswa juga lebih memenuhi indikator kemampuan komunikasi matematis yang diujikan. Namun, pada Gambar 3(c), siswa hanya mampu menjawab dua dari tiga pertanyaan tanpa prosedur perhitungan matematikanya. Hal ini menunjukkan adanya perbedaan antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol.

Melalui semua tahapan, yang terakhir dilakukan adalah tahap evaluasi untuk melihat sejauh mana media yang dikembangkan valid, praktis, dan efektif. Berdasarkan hasil sebelumnya, media ReFusi yang dikembangkan dinilai layak, praktis dan efektif, sehingga secara teknis, penggunaan Visual Studio Code dalam mengembangkan media pembelajaran memberikan performa yang baik utamanya dalam membuat representasi matematis yang interaktif. Namun, ditemukan fakta bahwa media ini memiliki ketergantungan pada koneksi jaringan internet. Secara keseluruhan, media yang dikembangkan ini telah mencapai tujuan pengembangan serta memberikan alternatif media pembelajaran digital yang inovatif bagi siswa SMP kelas VIII.

Pembahasan

Fleksibilitas dalam pengembangan media Refusi berbantuan Visual Studio Code menjadi akar utama dalam menciptakan media pembelajaran digital yang mampu mengakomodasi kebutuhan

kognitif siswa. Hal ini didorong oleh bahasa koding yang dirancang secara mandiri sehingga terdapat kemungkinan media dapat disesuaikan dengan kebutuhan siswa dan konsep esensial dari materi relasi dan fungsi itu sendiri yang belum tentu dimiliki oleh *platform* pembuatan media instan. Media ReFusi lebih mudah disesuaikan seperti halnya pada tahap validasi ahli. Koordinat Kartesius pada media diperbaiki sebab apabila kekeliruan tersebut kurang mendapat perhatian, terdapat kemungkinan akan terjadinya miskonsepsi terlebih setelah materi relasi dan fungsi, pembelajaran di kelas akan dilanjutkan dengan materi persamaan garis lurus. Sejalan dengan penelitian Aditya (2018), media pembelajaran yang digunakan siswa harus efektif dalam memvisualisasikan konsep matematika yang abstrak dan kompleks menjadi lebih mudah dipahami siswa.

Navigasi dan antarmuka pengguna pada media ReFusi dirancang bukan hanya sekadar estetika semata, melainkan sebagai penyokong fokus siswa, di mana interaksi langsung antara siswa dan media akan lebih diarahkan pada proses pembelajaran itu sendiri, bukan pada pengoperasian teknologi. Terbukti dari hasil validitas dan kepraktisan yang sangat valid dan praktis. Ketika media yang dikembangkan diujicobakan, media tersebut dapat diakses dengan mudah oleh siswa setelah pengarahan singkat pada saat *one-to-one evaluation* dan *small group evaluation*. Salah satu faktor yang memberikan pengaruh pada kemudahan akses tersebut adalah masing-masing siswa mencoba media ReFusi secara langsung, baik itu menggunakan *smartphone*, maupun laptop. Sehingga secara intensif, siswa dapat mengeksplorasi media ini dengan leluasa.

Dalam implementasinya, media ReFusi memudahkan akses bagi sebagian besar siswa. Bentuk media yang berupa *website* membuat pembagian media menjadi lebih cepat dan efisien, sebab siswa menerima tautan yang hanya perlu dibuka dengan satu klik. Kemudian, media ini tidak berjalan dengan sistem yang berat dan kompleks, sehingga tidak memberatkan gawai yang digunakan siswa untuk mengaksesnya. Namun, masih terdapat beberapa siswa yang mengalami kendala, seperti gangguan koneksi internet dan *website* yang termuat ulang, sehingga pengerjaan yang telah dibuat terulang kembali karena data belum tersimpan apabila belum menekan tombol kirim. Sebagian lainnya terkendala karena kurangnya literasi pada kalimat-kalimat yang tertuang dalam media, baik itu kalimatnya tidak dibaca maupun kurang dipahami sehingga perlu dijelaskan kembali secara langsung.

Terlepas dari kendala yang dialami siswa, penggunaan konteks yang dekat dengan siswa mampu menjembatani kehidupan sehari-hari dengan matematika sehingga meminimalkan kesalahan dalam pemahaman konsep. Pendekatan RME yang diintegrasikan pada media memfasilitasi siswa untuk membangun pemahamannya tanpa harus mengalami kepanikan saat melihat angka maupun rumus secara langsung, sebab dengan karakteristik penggunaan konteks dan model, siswa dituntun untuk mengeksplorasi pemahamannya. Pemilihan konteks pembelajaran tentu saja sudah mempertimbangkan apakah konteks tersebut relevan dengan siswa dan apakah konteks tersebut mampu menjadi penghubung serta membantu siswa menemukan konsep matematikanya.

Salah satu konteks dalam media ReFusi yang mampu menarik antusias siswa adalah video konten *What's in My Bag* di mana siswa mengelompokkan isi tas dari kedua *content creator* kemudian mencari hubungan yang mungkin ada melalui fitur yang disediakan seperti *drag and drop* sebagai ilustrasi awal mengenai himpunan sebagai materi prasyarat dan relasi himpunan tersebut. Sejalan dengan karakteristik pendekatan RME yaitu matematisasi horizontal, di mana pembelajaran berangkat dari hal yang konkret. Kemudian, siswa diarahkan untuk mengubah sajian hasil *drag and drop* menjadi representasi matematisnya, yaitu irisan himpunan.

Penggunaan fitur tersebut didukung oleh penelitian yang menyatakan bahwa visualisasi model matematika pada media digital dapat memperkuat kemampuan komunikasi matematis siswa dalam representasi matematis (Suryandaru & Setyaningtyas, 2021). Media yang dikembangkan terbukti mendukung representasi matematis siswa terhadap suatu permasalahan.

Keunggulan fitur-fitur interaktif yang ada pada media ReFusi semakin kentara ketika dibandingkan dengan pembelajaran tanpa menggunakan media yang cenderung satu arah. Perbedaan perolehan nilai yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol menjadi bukti empiris bahwa implementasi media ini dalam pembelajaran mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih mendalam. Berdasarkan penelitian (Suddin & Deda, 2020), penggunaan media digital yang interaktif dalam pembelajaran mampu memberikan stimulasi kognitif yang lebih kuat dibandingkan dengan media konvensional.

Interaktivitas antara siswa dan media ReFusi mengindikasikan bahwa siswa tidak dipandang sebagai penerima pasif dalam pembelajaran yang berlangsung satu arah, melainkan secara konstruktif dibimbing untuk menemukan kembali konsep melalui konteks yang diberikan. Sejalan dengan pandangan Freudenthal (Hadi, 2017), pendidikan seharusnya mampu mengarahkan siswa untuk memanfaatkan situasi nyata untuk menemukan kembali konsep matematika alih-alih menempatkan siswa sebagai penerima pasif dari matematika yang sudah ada. Hal ini berimplikasi pada kemampuan komunikasi siswa yaitu menginterpretasikan situasi nyata ke dalam model matematika formal. Dalam pembelajaran secara konstruktif, siswa membangun pemahamannya sendiri mengenai relasi dan fungsi yang mampu mengurangi kesulitan siswa dalam menyelesaikan permasalahan konteks nyata yang diberikan.

Fakta di lapangan menunjukkan siswa pada kelas eksperimen lebih aktif mengemukakan pendapat sebab terdapat umpan balik pada media apabila siswa keliru dalam menjawab, sesuai dengan karakteristik pendekatan RME yaitu interaktivitas. Berbeda dengan siswa pada kelas kontrol yang cenderung lebih diam dan hanya menyimak pemaparan guru, keterbatasan lain seperti tidak diberikan kesempatan untuk mencoba menjadi faktor pasifnya keberlangsungan pembelajaran. Pembelajaran yang berlangsung di kelas eksperimen menjadi lebih hidup dengan diskusi antarkelompok ketika mengeksplorasi media ReFusi. Siswa secara aktif berkolaborasi dengan berargumen dan saling memberikan tanggapan yang mampu mengantar mereka sampai kepada pemahaman konsep matematikanya, sejalan dengan penelitian Wardani et al. (2025) bahwa karakteristik interaktivitas dalam RME tidak hanya sekadar membuat siswa sebatas mengobrol, melainkan berperan sebagai sarana kolaborasi penting yang membantu siswa berpikir lebih fleksibel, mendalam, dan mampu mengevaluasi strategi penyelesaian masalah secara mandiri melalui diskusi kelompok.

Temuan menarik lainnya adalah cara siswa mengomunikasikan prosedur penyelesaian masalah pada hasil *post-test*. Pada kelas kontrol, siswa cenderung memberikan jawaban langsung berupa dugaan melalui kalimat naratif tanpa disertai proses perhitungan atau pembentukan model matematika yang jelas. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan komunikasi matematis siswa kelas kontrol masih berada pada level informal, di mana mereka kesulitan merepresentasikan ide-ide matematika dari masalah kontekstual ke dalam bentuk formal.

Berbeda dengan kelas kontrol, pada kelas eksperimen alur berpikir siswa jauh lebih sistematis. Siswa tidak langsung menebak jawaban akhir, melainkan terlebih dahulu membangun model matematika, melakukan perhitungan langkah demi langkah, menyajikannya dalam bentuk koordinat Kartesius, hingga mengimplementasikan model yang dibentuk. Proses ini menunjukkan bahwa implementasi media ReFusi dengan pendekatan RME yang

dikembangkan berhasil memfasilitasi siswa dalam melakukan matematisasi vertikal. Siswa kelas eksperimen mampu mengomunikasikan strategi pemecahan masalah dengan mengubah bahasa sehari-hari menjadi model matematika dan koordinat Kartesius.

Keunggulan media ini tidak hanya berhenti pada peningkatan angka, melainkan pada karakteristik RME yaitu keterkaitan, di mana media membantu siswa melihat hubungan antara konsep relasi dengan materi matematika lainnya seperti himpunan melalui alur navigasi yang terstruktur. Dengan adanya hal tersebut, siswa mampu membangun pemahamannya secara mandiri seperti halnya pada temuan Handayani et al. (2024).

Keberhasilan siswa dalam menjawab soal mengonfirmasi bahwa penggunaan media ReFusi memberikan ruang bagi siswa untuk bereksplorasi secara logis, sehingga komunikasi matematis yang dihasilkan tidak hanya sekadar hasil akhir, melainkan juga sebuah proses berpikir yang terstruktur. Selain secara kognitif, media ini juga terbukti praktis dalam pembelajaran, seperti halnya ditunjukkan pada hasil angket respons siswa. Sejalan dengan penelitian terbaru, tingkat kepuasan siswa terhadap media digital interaktif menjadi faktor pendukung utama dalam meningkatkan motivasi belajar selama proses pembelajaran berlangsung (Anwar et al., 2019). Sehingga, perpaduan antara efektivitas hasil belajar dan respons positif siswa memberikan interpretasi yang menyeluruh bahwa media yang dikembangkan ini berhasil menciptakan ekosistem pembelajaran yang bermakna. Oleh karena itu, integrasi pendekatan RME ke dalam media ReFusi terbukti mampu menjadikan tantangan pembelajaran matematika yang abstrak sebagai eksplorasi yang komunikatif dan menyenangkan bagi siswa SMP.

KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan media digital relasi dan fungsi (ReFusi) dengan pendekatan *Realistic Mathematics Education* yang dikembangkan menggunakan Visual Studio Code dan terbukti layak, praktis, serta cukup efektif untuk pembelajaran. Dalam implementasinya, media juga terbukti cukup efektif terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa. Maka dari itu, integrasi bahasa pemrograman secara mandiri dengan karakteristik RME terbukti mampu memberikan solusi digital yang inovatif, interaktif, dan teruji kelayakannya untuk memfasilitasi siswa dalam merepresentasikan konsep matematika dengan lebih komunikatif. Saran untuk penelitian berikutnya dapat mengkaji lebih mendalam integrasi sistem basis data yang lebih kuat untuk manajemen data siswa, baik melalui penyimpanan lokal maupun server, guna mendukung efektivitas dan keamanan data dalam lingkungan pembelajaran digital. Selain itu, disarankan juga untuk melakukan eksplorasi lebih lanjut terhadap desain antarmuka yang lebih responsif dan ramah pengguna guna meningkatkan interaktivitas siswa dalam memecahkan masalah matematika.

DAFTAR PUSTAKA

Aditya, P. T. (2018). Pengembangan media pembelajaran matematika berbasis web pada materi lingkaran bagi siswa kelas VIII. *Jurnal Matematika Statistika dan Komputasi*, *15*(1), 64–74. https://doi.org/10.20956/jmsk.v15i1.4425

Ahsana, M. G. K., Cahyono, A. N., & Prabowo, A. (2019). Desain web-apps-based student worksheet dengan pendekatan computational thinking pada pembelajaran matematika di masa pandemi. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, *4*, 344–352. https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/

Alnajdi, S. M. (2018). The effectiveness of designing and using a practical interactive lesson

based on ADDIE model to enhance students' learning performances in University of Tabuk. *Journal of Education and Learning*, *7*(6), 212–221. https://doi.org/10.5539/jel.v7n6p212

Anggreni, D. (2022). Diagnosis kesulitan belajar matematika materi relasi dan fungsi pada siswa MTs kelas VIII. *Pi: Mathematics Education Journal*, *5*(1), 1–6. https://doi.org/10.21067/pmej.v5i1.5282

Anwar, M. S., Choirudin, C., Ningsih, E. F., Dewi, T., & Maseleno, A. (2019). Developing an interactive mathematics multimedia learning based on iSpring Presenter in increasing students' interest in learning mathematics. *Al-Jabar : Jurnal Pendidikan Matematika*, *10*(1), 135–150. https://doi.org/10.24042/ajpm.v10i1.4445

Ariati, C., Juandi, D., Hasanah, A., & Suparman, S. (2023). The effect of realistic mathematics education in enhancing Indonesian students' mathematical reasoning ability: a meta-analysis. *JTAM (Jurnal Teori dan Aplikasi Matematika)*, *7*(2), 324–338. https://doi.org/10.31764/jtam.v7i2.12493

Asoraya, M. S., & Martila Ruli, R. (2022). Analisis kemampuan komunikasi matematis siswa SMP pada materi relasi dan fungsi. *Radian Journal: Research and Review in Mathematics Education*, *1*(2), 89–96. https://doi.org/10.35706/rjrrme.v1i2.6537

Astari, S. Y., Kesumawati, N., & Misdalina, M. (2021). Development of social arithmetic teaching materials using IT-based PMRI approach for SMP students. *Jurnal Pendidikan Matematika*, *15*(2), 191–202. https://doi.org/10.22342/jpm.15.2.13022.191-202

Astriani, L., Setiyaningsih, D., Misriandi, M., & Yuliani, A. (2021). An implementation of e-learning based Moodle to develop mathematical communication skill and self-efficacy. *Kalamatika: Jurnal Pendidikan Matematika*, *6*(2), 207–218. https://doi.org/10.22236/KALAMATIKA.vol6no2.2021pp207-218

Branch, R. M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. Springer Science & Business Media.

Pamungkas, D., & Rokhima, N. (2023). Pengembangan LKPD matematika berbasis pendekatan pmri untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis peserta didik. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Matematika Indonesia*, *12*(2), 154–165. https://doi.org/10.23887/jppmi.v12i2.2690

Faizah, H., & Sugandi, E. (2022). Analisis kemampuan komunikasi matematis tulis siswa SMP pada soal cerita bentuk aljabar dalam pembelajaran daring. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, *11*(1), 291–304. https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i1.4429

Fitriani, N., & Yuliani, A. (2016). Analisis penerapan pembelajaran matematika berbasis PMRI pada sekolah dasar di Kota Bandung. *P2M STKIP Siliwangi*, *3*(1), 25–32. https://doi.org/10.22460/p2m.v3i1p25-32.474

Hadi, S. (2017). *Pendidikan Matematika Realistik: Teori, Pengembangan, dan Implementasinya*. PT RajaGrafindo Persada.

Handayani, R., Siregar, N., Simanjuntak, E., & Molliq, Y. (2024). Mathematical communication ability of Madrasah Aliyah students given self-confidence and learning independence. *PYTHAGORAS Jurnal Pendidikan Matematika*, *19*(1), 53–63. https://doi.org/10.21831/pythagoras.v19i1.72580

Hendriana, H., Rohaeti, E. E., & Sumarmo, U. (2021). *Hard Skills dan Soft Skills Matematik Siswa*. PT Refika Aditama.

Hidayat, W., & Aripin, U. (2023). How to develop an e-LKPD with a scientific approach to achieving students' mathematical communication abilities? *Infinity Journal*, *12*(1), 85–100. https://doi.org/10.22460/infinity.v12i1.p85-100

Hidayat, W., Rohaeti, E. E., Hamidah, I., & Putri, R. I. I. (2023). How can android-based trigonometry learning improve the math learning process? *Frontiers in Education*, *7*, 1–17. https://doi.org/10.3389/feduc.2022.1101161

Kristiani, Y. D., Juandi, D., & Putri, R. I. I. (2024). Students' mathematical communication skills on straight-line equation using PMRI and collaborative learning. *Jurnal Pendidikan Matematika*, *18*(2), 163–180. https://doi.org/10.22342/jpm.v18i2.pp163-180

Kusumah, N. C. (2023). Development of interactive learning media in basic programming subjects based on Learning Management System (LMS). *Journal Research of Social Science, Economics, and Management*, *2*(6), 1146–1154 https://doi.org/10.59141/jrssem.v2i06.370

Lastari, D. W., Roza, Y., & Hutapea, N. M. (2023). analisis kemampuan komunikasi matematis siswa SMP/MTs pada materi relasi dan fungsi. *HISTOGRAM: Jurnal Pendidikan Matematika*, *7*(1), 1–14. https://doi.org/10.31100/histogram.v7i1.2465

Liska, R., Machpudin, A., Khaza, M. A. M. H., Ratnawati, R., & Wediawati, B. (2022). Pengaruh literasi keuangan dan financial technology terhadap inklusi keuangan (studi empiris pada mahasiswa Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Jambi). *Jurnal Manajemen Terapan dan Keuangan*, *11*(04), 1034–1043. https://doi.org/10.22437/jmk.v11i04.21796

Mardhiyah, E. I., Qohar, A., & Anwar, L. (2023). Pengembangan media pembelajaran Smart Board dengan pendekatan PMRI pada materi bilangan bulat. *Edumatica : Jurnal Pendidikan Matematika*, *13*(02), 181–190. https://doi.org/10.22437/edumatica.v13i02.21617

Marthani, G. Y., & Ratu, N. (2022). Media pembelajaran matematika digital "BABADA" pada materi kesebangunan bangun datar. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, *11*(2), 305–316. https://doi.org/10.31980/mosharafa.v11i2.722

Munawaroh, N., Rohaeti, E. E., & Aripin, U. (2018). Analisis kesalahan siswa berdasarkan kategori kesalahan menurut Watson dalam menyelesaikan soal komunikasi matematis siswa SMP. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, *1*(5), 993–1004. https://doi.org/10.22460/jpmi.v1i5.p993-1004

Nova, E., Retta, A. M., & Nopriyanti, T. D. (2022). Student worksheet development using the PMRI approach in the classroom context with an orientation toward students' conceptual understanding. *Jurnal Pendidikan Matematika*, *16*(2), 203–214. https://doi.org/10.22342/jpm.16.2.14854.203-214

Oktavianus, G. L., Sanjaya, M. R., Abdillah, I. T., Ramatulloh, F., & Daniel, W. (2025). Merancang aplikasi pembelajaran interaktif dalam kegiatan bimbingan belajar untuk anak anak di Desa Lubuk Leban dengan menggunakan Visual Studio Code. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bangsa*, *3*(6), 2685–2690. https://doi.org/10.59837/jpmba.v3i6.2799

Putra, R. W. Y., Sutiarso, S., & Nurhanurawati, N. (2024). Using the realistic mathematics education (RME) approach with scaffolding to enhance mathematical representation ability. *Al-Jabar : Jurnal Pendidikan Matematika*, *15*(2), 535–546. https://doi.org/10.24042/ajpm.v15i2.24560

Rachmawati, A. D., Baiduri, B., & Effendi, M. M. (2020). Developing web-assisted interactive media to improve mathematical creative-thinking ability. *Al-Jabar : Jurnal Pendidikan Matematika*, *11*(2), 211–226. https://doi.org/10.24042/ajpm.v11i2.6505

Rahmi, F., Iltavia, I., & Zarista, R. H. (2021). Efektivitas pembelajaran berorientasi matematika realistik untuk membangun pemahaman relasional pada materi peluang. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, *5*(3), 2869–2877. https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i3.673

Sudarman, S. W., & Vahlia, I. (2021). Efektivitas penggunaan video interaktif berbasis realistic mathematic education (RME) pada mata kuliah trigonometri. *Jurnal Lentera Pendidikan Pusat Penelitian LPPM UM Metro*, *6*(2), 202–205. https://doi.org/10.24127/jlpp.v6i2.1816

Suddin, S., & Deda, Y. N. (2020). Education game based on Timor local wisdom as an android-based mathematics learning media. *Al-Jabar : Jurnal Pendidikan Matematika*, *11*(2), 227–246. https://doi.org/10.24042/ajpm.v11i2.6958

Sugandi, A. I., Linda, L., & Bernard, M. (2020). Pengembangan bahan ajar berbantuan media Tubomatika untuk meningkatkan kemampuan abstraksi matematis siswa. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, *9*(3), 809–821. https://doi.org/10.24127/ajpm.v9i3.2918

Suryandaru, N. A., & Setyaningtyas, E. W. (2021). Pengembangan media pembelajaran berbasis website pada muatan pembelajaran matematika kelas IV. *Jurnal Basicedu*, *5*(6), 6040–6048. https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i6.1803

Wahyuni, S. E., & Rejeki, S. (2022). Peningkatan kemampuan komunikasi matematis dengan penerapan pendekatan realistic mathematics education. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, *11*(2), 1487–1500. https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i2.5027

Wardani, Y. R., Fitriani, N., & Amelia, R. (2025). Optimalisasi kemampuan koneksi matematis siswa SMP kelas VII melalui implementasi pendekatan realistic mathematics education. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, *8*(5), 657–674. https://doi.org/10.22460/jpmi.v8i5.28562

Wewe, M., & Juliawan, I. W. (2019). Developing mathematical devices with characteristics realistic mathematics education. *Al-Jabar : Jurnal Pendidikan Matematika*, *10*(1), 1–10. https://doi.org/10.24042/ajpm.v10i1.3884

Weylin, Raharjo, H., Haqq, A. A., & Larsari, V. N. (2023). Empowering students in the digital era: an analysis of interactive e-modules' effect on digital mathematical communication. *International Journal of Mathematics and Mathematics Education*, 132–149. https://doi.org/10.56855/ijmme.v1i02.401

Yanti, R. N., Melati, A. S., & Zanty, L. S. (2019). Analisis kemampuan pemahaman dan kemampuan komunikasi matematis siswa SMP pada materi relasi dan fungsi. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, *3*(1), 209–219. https://doi.org/10.31004/cendekia.v3i1.95.