

## Pengenalan *Virtual Manipulative* sebagai Variasi Pengajaran Guru SD pada Pembelajaran Matematika

Deswara Varen Ramadhani<sup>1</sup>, Dewi Cahyaningsih<sup>2</sup>, Titik Indrianti<sup>3</sup>

Universitas Negeri Yogyakarta

Corresponding Author: [deswaravaren.2021@student.uny.ac.id](mailto:deswaravaren.2021@student.uny.ac.id)

Riwayat Artikel

Diajukan: 24 Juli 2024 | Diterima: 21 Oktober 2024 | Diterbitkan: 31 Oktober 2024

### Abstrak

Pembelajaran matematika sering dianggap sulit oleh siswa Sekolah Dasar (SD) karena pendekatan pengajaran yang kurang menarik sehingga perlu adanya variasi dalam mengajarkan matematika. Hal ini memperkuat alasan diperlukannya penggunaan alat peraga dalam mengajarkan matematika. Artikel ini pengenalan alat peraga *Virtual Manipulative* sebagai variasi dalam pengajaran matematika untuk guru sekolah dasar. Penelitian ini melibatkan 30 orang Guru SD di Kulonprogo, Yogyakarta. Temuan awal menunjukkan bahwa guru cenderung mengajar matematika melalui ceramah dan rumus pintas, tetapi mereka menyadari peran alat peraga dalam menciptakan lingkungan belajar yang lebih interaktif dan inklusif. Namun, wawasan guru yang masih awam dalam alat peraga manipulatif dan guru menghadapi kesulitan dalam menggunakan alat peraga virtual karena keterbatasan teknologi dan sumber daya menjadi kendala utama. Metode penelitian yang digunakan adalah kualitatif deskriptif, dimana pengambilan data melalui wawancara. Hasil wawancara menunjukkan bahwa pengenalan alat peraga virtual dapat membantu siswa untuk lebih memahami konsep matematika, tetapi efektivitasnya dapat bervariasi tergantung pada jenis aplikasi, metode penggunaan, dan kondisi pembelajaran. Selain itu, ada kebutuhan untuk meningkatkan kemampuan guru dalam mengintegrasikan teknologi ini ke dalam kurikulum matematika. Capaian penelitian ini adalah wawasan awal guru yang bertambah dan peminatan mereka dalam memvariasikan alat peraga matematika.

**Kata kunci:** alat peraga, pembelajaran matematika, virtual manipulative

### Abstract

*Mathematics learning is often considered difficult by elementary school students because of the less attractive teaching approach so there needs to be a variety in teaching mathematics. This strengthens the reason for the need for the use of teaching aids in teaching mathematics. This article introduces Virtual Manipulative props as a variation in math teaching for elementary school teachers. This study involved 30 elementary school teachers in Kulonprogo, Yogyakarta. Preliminary findings suggest that teachers tend to teach math through lectures and shortcuts, but they are aware of the role of teaching aids in creating a more interactive and inclusive learning environment. However, the insight of teachers who are still unfamiliar with manipulative props and teachers face difficulties in using virtual props due to limited technology and resources are the main obstacles. The research method used is qualitative descriptive, where data is collected through interviews. The results of the interviews showed that the introduction of virtual teaching aids can help students to better understand mathematical concepts, but their effectiveness can vary depending on the type of application, method of use, and learning conditions. In addition, there is a need to improve teachers' ability to integrate this technology into the math curriculum. The achievement of this research is the initial insight of teachers who have increased and their specialization in varying mathematics teaching aids.*

**Keywords:** mathematics learning, teaching aids, virtual manipulative

## PENDAHULUAN

Sesuai (Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional) pendidikan merupakan sebuah usaha yang dengan sengaja dilaksanakan oleh pemerintah secara terencana, baik membimbing maupun memberi petunjuk dalam proses pembelajaran untuk mempersiapkan dan mengembangkan potensi peserta didik. Salah satu pembelajaran yang telah dipersiapkan dan diajarkan kepada peserta didik adalah Matematika. Dasar ilmu matematika sangatlah penting ditanamkan sejak awal oleh peserta didik karena matematika tidak pernah lepas dari kegiatan sehari-hari manusia (Rawa et al., 2021). Karena tidak ada objek atau simbol dalam dunia nyata, matematika disebut abstrak, karena sebagian siswa Sekolah Dasar (SD) kesulitan memahami objek matematika.

Pembelajaran matematika merupakan tahapan untuk membantu siswa dalam mengembangkan kemampuan berpikir logis, analitis, kritis, dan kreatif dalam menyelesaikan masalah. Untuk memberikan manfaat yang lebih, tentunya pembelajaran matematika harus diupayakan agar berpusat pada kegiatan siswa. Pembelajaran matematika yang berpusat pada siswa dapat difasilitasi dengan melibatkan teknologi. Pembelajaran matematika yang melibatkan teknologi mendorong siswa untuk lebih eksploratif, kreatif, dan kritis dalam memahami konsep-konsep abstrak (Suharno et al., 2020). Selain itu, proses pembelajaran matematika dalam materi-materi tertentu, membutuhkan alat bantu untuk mempermudah siswa dalam memahaminya. Hal ini diutarakan oleh Clements (2000) yang menyatakan bahwa proses pembelajaran matematika yang efektif membutuhkan alat bantu visual untuk memfasilitasi pemahaman siswa pada materi-materi kompleks seperti geometri dan aljabar.

Pembelajaran yang berhasil memerlukan model benda yang konkrit, seperti alat peraga, yang meningkatkan kemampuan berpikir siswa (Sagita & Kania, 2019). Namun dalam beberapa tahun terakhir, penggunaan alat peraga sebagai media atau fasilitas dalam pendidikan matematika masih belum banyak dipraktikkan oleh guru kepada siswa sehingga banyak siswa masih mengalami kesulitan dalam mempelajari matematika (Khotimah et al. 2019). Alat peraga masih jarang digunakan dalam pelajaran matematika di sekolah. Sejatinya, alat peraga dapat digunakan sebagai media pendorong pemikiran konkret pada siswa (Sowell, 1998) dan membantu siswa mengembangkan pemahaman konseptual (Schackow, 2007).

Menurut teori belajar Bruner, dalam pembelajaran hendaknya anak diberi kesempatan untuk memegang benda atau alat peraga yang dirancang khusus dan dapat ditangani oleh siswa dalam memahami suatu konsep matematika. Menggunakan alat peraga yang dapat diamati, anak dapat melihat secara langsung susunan benda dan pola struktur yang diperhatikannya. Penggunaan alat peraga dalam pembelajaran matematika dapat meningkatkan prestasi belajar siswa (Annisah, 2014). Salah satu alat peraga yang dapat digunakan dalam pembelajaran matematika adalah *virtual manipulative*.

Virtual manipulatives menawarkan interaktivitas dan fleksibilitas yang tidak dimiliki oleh alat peraga fisik (Moyer-Packenham & Westenskow, 2016). Virtual manipulatif dapat menyatukan representasi visual atau gambar dari konsep matematika, bersama dengan konsep dan notasi simboliknya sesuai demonstrasi prosedur yang diikuti seseorang untuk algoritma tertentu (Moyer-Packenham dkk., 2023). Virtual Manipulative dapat diartikan sebagai representasi digital dari alat peraga fisik yang mudah diakses melalui perangkat teknologi baik melalui komputer, tablet maupun handphone.

Menurut (Rich, 2023) alat bantu manipulatif memberikan manfaat pembelajaran yang potensial bergantung pada bagaimana peran penting siswa dan guru saat menggunakannya. Hal ini menjelaskan bahwa manfaat dari alat bantu manipulative sangat tergantung terhadap penggunaannya. Rahmawati (2019) menyatakan bahwa penggunaan manipulatif virtual dapat meningkatkan kemampuan berpikir visual siswa, terutama dalam materi geometri. Penggunaan manipulative virtual dalam pembelajaran matematika ternyata memberikan dampak yang

cukup baik. Berbeda dengan alat peraga fisik, virtual manipulative memberikan kemudahan dalam aksesibilitas karena dapat diakses kapan saja dan di mana saja melalui perangkat digital.

Berdasarkan hasil penelitian dari Ahmad dan Mustika (2021), terdapat beberapa problematika yang dihadapi oleh guru dalam penerapan media pembelajaran, termasuk kesulitan dalam pengaplikasian media serta waktu yang terbatas, yang menjadi kendala utama dalam penggunaan media konkret maupun virtual. Selain itu penelitian oleh Ningsih (2016) menunjukkan bahwa penggunaan virtual manipulative efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir visual siswa dalam pembelajaran matematika. Berdasarkan penelitian terdahulu tersebut, peneliti berencana melakukan penelitian analisis dengan judul “Pengenalan Virtual Manipulative sebagai Variasi Pengajaran Guru SD pada Pembelajaran Matematika”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: (1) penggunaan alat peraga di kelas, (2) wawasan pertama guru, (3) kesulitan dalam menggunakan materi, (4). Pengenalan alat peraga dalam kehidupan sehari-hari, dan (5) efektivitas alat peraga *virtual manipulative* di sekolah dasar.

## **METODE PENELITIAN**

Metode penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif deskriptif dengan menggunakan studi kasus melalui wawancara dan observasi. yang melibatkan guru matematika yang diperkenalkan alat peraga virtual kepada dan melihat bagaimana penggunaan alat peraga virtual berdampak pada variasi pengajaran guru matematika di kelas. Artikel ini mendeskripsikan pandangan dan pengalaman para guru mengenai penggunaan alat peraga virtual dalam pengajaran.

Subjek penelitian dalam studi ini adalah 30 Guru SD di berbagai sekolah di Kulonprogo. 20 Guru tersebut dibagi dalam 6 kelompok yang terdiri dari 5 orang setiap kelompoknya. Dalam penelitian ini, data akan dikumpulkan melalui wawancara melalui *Forum Grup Discussion* (FGD) dengan menanyakan pertanyaan terkait dengan pengajaran mereka sebagai data wawancara. Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini melalui reduksi data, penyajian data dan verifikasi data.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

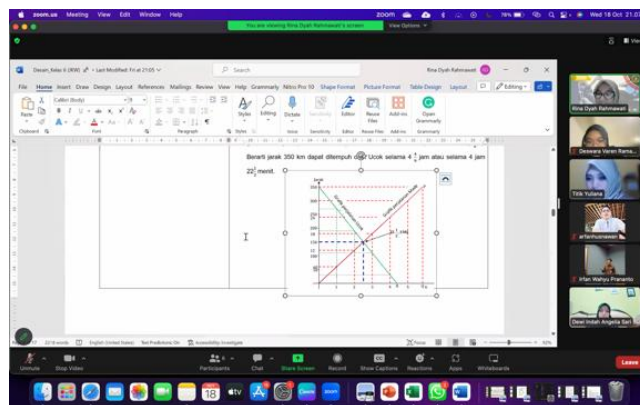
Tahapan penelitian terdiri dari survei latar belakang menggunakan *google formulir*, sesi FGD dan refleksi guru selama sesi berlangsung. Wawancara semi-terstruktur dilakukan dengan guru-guru fokus pada awal FGD dan menjelang akhir FGD.

Untuk mendapatkan data yang lebih konkrit, sebuah wawancara dengan FGD dilakukan untuk menyelidiki pertanyaan penelitian: Bagaimana Efektivitas Alat Peraga Virtual Manipulative dan Bagaimana Respon Guru Terhadap Alat Peraga Virtual Manipulative? Instrumen wawancara melalui FGD dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Instrumen Wawancara

No	Aspek	Instrumen
1.	Wawasan awal guru	a. Bagaimana wawasan awal Anda dalam mengetahui <i>Virtual Manipulatives</i> ? Apakah melalui pelatihan, rekomendasi, atau sumber lain? b. Seberapa familiar Anda dengan <i>Virtual Manipulative</i> ?
2.	Pelatihan dan Sumber Daya	Apakah ada di antara Anda yang pernah mengikuti pelatihan atau workshop terkait <i>Virtual Manipulative</i> dalam pembelajaran matematika?
3.	Manfaat dan tantangan	a. Apa manfaat utama yang Anda rasakan dari penggunaan <i>Virtual Manipulatives</i> dari didax.com dalam pembelajaran matematika? b. Apa saja tantangan atau kendala yang Anda hadapi dalam menggunakan aplikasi ini?
4.	Pengembangan dan praktik	Menurut Anda, apakah <i>Virtual Manipulative</i> dapat diimplementasikan langsung kepada peserta didik?
5.	Refleksi	Secara keseluruhan, bagaimana pengalaman Anda dikenalkan <i>Virtual Manipulative</i> mempengaruhi pendekatan Anda dalam mengajar matematika?

Penelitian menggunakan 1 kali pertemuan untuk memperkenalkan ide dan tren *Virtual Manipulative* ke dalam pengajaran matematika. Para guru diperkenalkan dengan situs web *Didax.com* yang berisi banyak kegiatan yang diindeks berdasarkan urutan konten dan tingkatan kelas. *Forum Grup Discussion* (FGD) tentang pengenalan aplikasi sekaligus mencari informasi tentang wawasan awal guru secara online dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. *Forum Grup Discussion* (FGD) ke-1; Wawasan Awal Guru

Perkenalan tersebut mencakup penggunaan aplikasi *Virtual Manipulative*. Penelitian ini akan membantu para guru memahami bagaimana menerapkan *Virtual Manipulative* secara efisien. Gambar Aplikasi *Virtual Manipulative* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.



Sumber: <https://www.didax.com/math/virtual-manipulatives.html>

**Gambar 2. Aplikasi *Virtual Manipulative***

Para guru yang telah bergabung dalam diskusi, akan berkumpul Kembali untuk melakukan *Forum Grup Discussion* (FGD) pertemuan kedua. Pada FGD kedua, akan menjelaskan bagaimana penggunaan alat peraga *virtual manipulative* di kelas. Kegiatan FGD pertemuan kedua dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3. *Forum Grup Discussion* (FGD) pertemuan ke-2**

Para guru menunjukkan ketertarikan untuk menerapkan media ini ke dalam instruksi di kelas. Para guru memutuskan apa dan bagaimana menggunakan aplikasi tertentu untuk siswa mereka. Antusiasme guru ini dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4. *Forum Grup Discussion* untuk pengambilan data**

Analisis terhadap respon survei dan data wawancara yang membahas wawasan awal guru mengungkapkan beberapa temuan utama. Temuan yang pertama adalah terkait penggunaan

alat peraga di kelas. Guru cenderung mengajarkan matematika ke anak dengan metode ceramah dan penyingkatan rumus. Tujuannya agar cepat menyampaikan materi dan anak mudah paham. Kedua guru menyadari peran alat peraga sebagai pengguna untuk mengatasi keterbatasan dalam menyampaikan informasi dan mendiskusikan konteks pembelajaran. Alat ini membantu menciptakan lingkungan belajar yang lebih interaktif dan inklusif. Keadaan fasilitas, sarana dan prasarana serta waktu yang terbatas membuat guru tidak menggunakan alat ini sebagai peraga di kelas.

Temuan kedua adalah terkait wawasan pertama guru. Mereka belum mengetahui apa itu *Virtual Manipulative*. Menurut mereka cukup menarik setelah peneliti sedikit menjelaskan terkait alat ini. Guru mendapat wawasan pertama tentang peran dan fungsi bahan ajar dalam pendidikan. Mereka menemukan bahwa materi membantu mengatasi keterbatasan dalam menyampaikan informasi dan mendiskusikan konteks pembelajaran. Namun mereka berpendapat bahwa alat ini kurang efektif diterapkan di kelas tinggi (kelas IV sampai VI).

Temuan yang ketiga adalah tantangan penggunaan *virtual manipulative*. Guru menyadari beberapa kesulitan dalam menggunakan materi, antara lain teknologi dan sumber daya terbatas. Salah satu guru juga menyimpulkan bahwa kesulitan tersebut dapat diatasi melalui pelatihan dan persiapan siswa. Beberapa guru terkendala memperagakan *Virtual Manipulative* karena mengejar materi kurikulum merdeka yang harus selesai sebelum akhir semester.

Temuan yang keempat adalah terkait pengenalan alat peraga dalam kehidupan sehari-hari. Guru sampai pada kesimpulan bahwa penggunaan alat peraga tidak terbatas pada pembelajaran, tetapi juga dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini menunjukkan bahwa sumber daya pendidikan berpotensi menciptakan lingkungan belajar yang lebih luas dan terintegrasi. Kedua guru tertarik untuk menerapkan atau mulai mengajarkan matematika dengan alat peraga *Virtual Manipulative* di kelas rendah saja (kelas I sampai III).

Dari temuan tersebut dapat disimpulkan bahwa wawasan awal guru terhadap penggunaan bahan di kelas sangat penting untuk memahami dan mengembangkan lebih lanjut penggunaan bahan dalam pengajaran. Selain itu, penggunaan bahan ajar tidak hanya dapat diterapkan di kelas, namun juga dalam kehidupan sehari-hari.

Diskusi mengenai temuan-temuan dari hasil diskusi FGD guru mengenai pengenalan aplikasi *Virtual Manipulative* sebagai variasi pengajaran guru SD dalam pembelajaran matematika dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang wawasan guru terkait penggunaan alat bantu tersebut. Hasil dari temuan awal menjadi dasar penulis menemukan beberapa hasil diskusi terkait pengenalan alat virtual ini.

Terkait Efektivitas Alat Peraga *Virtual Manipulative*, kendala yang dialami guru dalam perspektif mereka terhadap alat *Virtual Manipulative* menciptakan tinjauan terhadap keterlibatan siswa dan motivasi mereka dalam pembelajaran matematika melalui aplikasi ini. Membandingkan hasil dengan penelitian sebelumnya yang mengeksplorasi efektivitas pengajaran tradisional dan teknologi pembelajaran lainnya. Menunjukkan bagaimana aplikasi *Virtual Manipulative* memberikan keunggulan atau kekurangan dibandingkan metode lain.

Efektivitas Aplikasi *Virtual Manipulative* dalam pembelajaran matematika telah menjadi perhatian dalam beberapa penelitian (Kania, 2016). Ada dua temuan terkait efektivitas Aplikasi *Virtual Manipulative*. Temuan yang pertama adalah temuan tentang efektivitas yang signifikan. Seperti yang ditunjukkan oleh Prinsip Teknologi NCTM, "Bekerja dengan manipulatif virtual dapat memungkinkan anak-anak untuk memperluas pengalaman fisik dan mengembangkan pemahaman awal tentang ide-ide canggih seperti penggunaan algoritme" (NCTM, 2000a, hlm. 26-27). Penelitian menunjukkan bahwa alat peraga maya (*Virtual Manipulative*) memiliki efektivitas yang signifikan terhadap peningkatan visual thinking siswa dalam pembelajaran matematika jika fasilitas memadai dan pembelajaran tidak terpacu oleh materi. Pengenalan alat *Virtual Manipulative* bisa dilakukan dalam kegiatan sehari-hari maupun dalam permainan yang

dimainkan anak.

Temuan yang kedua adalah temuan terkait penggunaan VM dalam pembelajaran matematika. Alat peraga maya (*Virtual Manipulative*) telah digunakan dalam pembelajaran matematika untuk membantu siswa memahami konsep matematika dengan lebih baik. Sebagai contoh, aplikasi Didax Manipulative merupakan salah satu aplikasi *Virtual Manipulative* yang serbaguna yang digunakan oleh guru untuk mengajarkan konsep matematika. Aplikasi ini juga bisa diajarkan kepada guru. Hasil penelitian yang dilakukan oleh peneliti yang mempraktikkan aplikasi Didax Manipulative kepada guru terbukti menarik minat guru dalam variasi pengajaran matematika.

Dari temuan-temuan di atas, kita dapat menyimpulkan bahwa *Virtual Manipulative* memiliki efektivitas positif dalam peningkatan visual thinking siswa dalam pembelajaran matematika. Namun, penting untuk diingat bahwa efektivitas ini mungkin bervariasi tergantung pada jenis aplikasi, metode penggunaan, dan kondisi pembelajaran yang ada. Selain itu, efektivitas ini mungkin tidak selalu signifikan untuk setiap siswa, sehingga penting untuk mempertimbangkan individu-individu dalam analisis hasil pembelajaran.

Selain itu, tentunya respon guru terhadap Alat Peraga *Virtual Manipulative* juga perlu untuk dianalisis. Menilai kesiapan guru dalam mengintegrasikan teknologi ini dalam kurikulum matematika. Manipulatif virtual adalah alat bantu digital yang membantu siswa berinteraksi dengan konsep matematika yang abstrak. Penelitian telah menunjukkan bahwa manipulatif virtual dapat menjadi efektif dalam mengembangkan kefasihan representasi siswa dan pemahaman konsep matematika. Namun, beberapa penelitian juga menunjukkan perlunya penelitian lebih lanjut tentang hasil interaksi dengan manipulatif virtual dan konstruksi serta hubungan yang terlibat. Selain itu, ada kebutuhan untuk memperkuat kemampuan guru dalam mengembangkan media pembelajaran menggunakan realitas virtual, termasuk manipulatif virtual, untuk mendukung proses pembelajaran kognitif dan psikomotorik siswa.

Hal ini sejalan dengan penelitian Susanta *et al.*, (2023) yang menyatakan bahwa pelatihan penggunaan materi dan media dapat membantu guru mengkomunikasikan materi kepada siswa selama kelas (Susanta *et al.*, 2023). Pelatihan dapat mempengaruhi kompetensi pedagogik guru dari segi keterampilan (Pratama & Lestari, 2020; Putra dkk, 2020; Rohman, 2020) serta dapat mempengaruhi kompetensi dan motivasi guru di kelas (Sukarya, 2018). Secara keseluruhan, manipulatif virtual memiliki potensi untuk meningkatkan pengalaman belajar matematika, tetapi penting untuk memberikan dukungan dan pelatihan yang memadai bagi para guru agar dapat mengintegrasikan alat ini secara efektif ke dalam praktik pengajaran mereka.

Alat pengajaran *Virtual Manipulative* mempunyai beberapa implikasi penting bagi guru dalam praktik pembelajaran matematika. (Zulfikri, 2023). Implikasi untuk guru dalam praktik pembelajaran matematika ini penting untuk diketahui guru sebagai dorongan guru untuk dapat memvariasikan pengajaran matematika yang terus berkembang.

Implikasi yang pertama adalah meningkatkan motivasi belajar. Integrasi teknologi meningkatkan kinerja, motivasi, keterlibatan, dan sikap siswa terhadap matematika. Siswa dapat menggabungkan konsep-konsep matematika dengan cara yang lebih aktif, interaktif dan menarik.

Implikasi yang kedua adalah meningkatkan pengalaman belajar. Penggunaan teknologi dalam pembelajaran matematika dapat meningkatkan kinerja siswa dan menciptakan lingkungan belajar yang lebih mendalam dan interaktif (Saiman *et al.*, 2023). Siswa dapat mengalami simulasi, manipulatif virtual, dan representasi visual dari konsep matematika, sehingga menghasilkan pengalaman belajar yang lebih kaya dan informatif.

Implikasi yang ketiga adalah mendukung pemahaman konsep matematika. Manipulatif matematika, membantu siswa memahami konsep dengan tangan dan memperoleh pemahaman matematika yang lebih mendalam dan bermanfaat (Nainggolan, 2023). Guru dapat



menggunakan manipulatif virtual untuk mendukung pembelajaran siswa dan membantu siswa memahami konsep matematika dengan cara yang lebih langsung dan interaktif.

Implikasi yang keempat adalah meningkatkan pembelajaran. Menggunakan alat peraga untuk pembelajaran matematika memungkinkan siswa berinteraksi langsung dengan konsep matematika, menggunakan alat manipulatif untuk menguji hipotesis, dan mengembangkan hipotesis tersebut sendiri.

Implikasi yang kelima adalah mempersiapkan guru untuk menggunakan teknologi lokakarya dan acara pelatihan untuk digunakan di kelas matematika membantu guru memahami cara menggunakan teknologi dan memasukkannya ke dalam proses pembelajaran.

Secara keseluruhan, alat edukasi manipulatif virtual dapat meningkatkan motivasi belajar, meningkatkan pengalaman belajar, mendukung pemahaman konsep matematika, meningkatkan kualitas pembelajaran, dan mempersiapkan guru dalam pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran matematika.

## **SIMPULAN DAN SARAN**

Secara keseluruhan, Guru sudah memiliki kesadaran dan motivasi dalam tujuan penerapan alat peraga Virtual Manipulative. Namun tidak bisa dipungkiri bahwa efektivitas dipengaruhi oleh sarana prasarana, waktu, tenaga, kondisi yang berdampak berbeda bagi setiap sekolah terkhusus pada guru itu sendiri.

Wawasan awal guru terkait Virtual Manipulative belum cukup baik. Masih banyak wawasan yang dapat disampaikan untuk dapat menjadi referensi variasi guru dalam mengajar matematika.

Pengenalan alat peraga virtual sebagai variasi dalam pengajaran matematika untuk guru sekolah dasar penting untuk digencarkan. Pengenalan alat peraga virtual sebagai variasi pengajaran untuk pendidik matematika sekolah dasar telah menunjukkan manfaat potensial.

Namun, penelitian ini juga mengungkap tantangan seperti kecenderungan guru untuk menggunakan metode ceramah tradisional dan keterbatasan dalam menggunakan alat peraga virtual karena keterbatasan teknologi dan sumber daya.

Diskusi menyoroti bahwa efektivitas manipulatif virtual dapat bervariasi tergantung pada jenis aplikasi, metode penggunaan, dan kondisi pembelajaran. Ditekankan juga bahwa ada kebutuhan untuk meningkatkan kemampuan guru dalam mengintegrasikan teknologi ini ke dalam kurikulum matematika.

Selain itu, pelatihan dalam menggunakan materi dan media ini dapat membantu guru mengkomunikasikan materi pelajaran secara efektif kepada siswa di kelas. Penggunaan teknologi dalam pendidikan matematika dapat meningkatkan motivasi belajar, pengalaman belajar, pemahaman konsep matematika, dan kualitas pendidikan. Namun, efektivitasnya dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti infrastruktur, waktu, sumber daya, dan kondisi unik masing-masing sekolah.

## **REFERENSI**

- Ahmad, F., & Mustika, D. (2021). Problematika Guru Dalam Menerapkan Media pada Pembelajaran Kelas Rendah Di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(4), 2008–2014. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i4.1056>
- Annisah, S. (2015). Pengaruh Penggunaan Alat Peraga terhadap Prestasi Belajar Matematika Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 7(2), 123–135.



- Bone, E. K., Bouck, E. C., & Satsangi, R. (2023). Comparing concrete and virtual manipulatives to teach algebra to middle school students with disabilities. *Exceptionality*, 31(1), 1-17.
- Chung, Y. Y. (2023). Taiwanese elementary school teachers apply web-based virtual manipulatives to teach mathematics. *Journal of Mathematics Education*, 108-121.
- Clements, D. H. (2000). Concrete manipulatives, concrete ideas. *Contemporary Issues in Early Childhood*, 1(1), 45-60.
- Hidayah, I. (2018). Pembelajaran Matematika Berbantuan Alat Peraga Manipulatif Pada Jenjang Pendidikan Dasar dan Gerakan Literasi Sekolah. Prosiding Seminar Nasional Matematika, 1, 1-11.

<https://www.didax.com/math/virtual-manipulatives.html>

- Hunt, A. W., Nipper, K. L., & Nash, L. E. (2011). Virtual vs. Concrete Manipulatives in Mathematics Teacher Education: Is One Type More Effective than the Other?. *Current Issues in Middle Level Education*, 16(2), 1-6.
- Ismail, N. F. H., Shahrill, M., & Asamoah, D. (2023). Learning through virtual manipulatives: Investigating the impact of Gizmos-based lessons on students' performance in integers. *Contemporary Mathematics and Science Education*, 4(1), ep23009.
- Kania, Nia. "Efektivitas Penggunaan Alat Peraga Maya (*Virtual Manipulative*) Terhadap Peningkatan Visual Thinking Siswa." *Jurnal Theorems*, vol. 1, no. 1, 2016, doi:[10.31949/th.v1i1.291](https://doi.org/10.31949/th.v1i1.291).
- Khotimah, S. H., & Penggunaan Alat Peraga Terhadap Hasil Belajar Matematika Pada Materi Bangun Ruang Jurnal, P. (2019). *Pengaruh Penggunaan Alat Peraga Terhadap Hasil Belajar Matematika Pada Materi Bangun Ruang* (Vol. 3, Issue 1).
- M. F. Ubaidillah et al. (eds.), Proceedings of the 4th International Conference on English Language Teaching (ICON-ELT 2023), Advances in Social Science, Education and Humanities Research 780, [https://doi.org/10.2991/978-2-38476-120-3\\_7](https://doi.org/10.2991/978-2-38476-120-3_7)
- Moyer, P. S., Salkind, G., & Bolyard, J. J. (2008). Virtual manipulatives used by K-8 teachers for mathematics instruction: The influence of mathematical, cognitive, and pedagogical fidelity. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 8(3), 202-218.
- Moyer-Packenham, P. S., & Westenskow, A. (2016). Examining the Effectiveness of Virtual Manipulatives in Mathematics Learning: A Meta-Analysis. *Journal of Research in Mathematics Education*, 47(1), 17-44. <https://doi.org/10.1002/jrme.12074>
- Moyer-Packenham, P. S., Salkind, G., & Bolyard, J. J. (2023). *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education* (Vol. 8, Issue 3).
- Rahmawati, S. (2019). Efektivitas Virtual Manipulative dalam Meningkatkan Kemampuan Visualisasi Matematika. *Jurnal Teknologi Pendidikan Matematika*, 14(2), 103-115.
- Rawa, N. R., Wewe, M., Wangge, M. C. T., Meo, V., Gelo, O., Kosu, M. B. P., & Ngina, M. Y. (2021). Pendampingan Bimbingan Belajar Matematika Berbantuan Alat Peraga bagi Siswa Sekolah Dasar di Kelurahan Mataloko. *Jurnal Abdimas Ilmiah Citra Bakti*, 2(2). <https://doi.org/10.38048/jailcb.v2i2.392>
- Reiten, L. (2018, March). Teaching WITH (not near) virtual manipulatives. In *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 1826-1835). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Rich, K. M. (2023). Teacher Orchestrations of Transitions Within and Beyond Fractions *Virtual Manipulatives*. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 9(1), 163-208. <https://doi.org/10.1007/s40751-022-00111-4>

- Sagita, M., & Kania, N. (2019, October). Penggunaan Alat Peraga Dalam Pembelajaran Matematika Di Sekolah Dasar. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan* (Vol. 1, pp. 570-576).
- Saiman, M., Zaki, I., & Rainal, I. (2023). Workshop *Virtual Manipulative* Berbasis Geogebra Dalam Pembelajaran Matematika Bagi Guru Mts/Smp Aceh Timur. *Martabe : Jurnal Pengabdian Masyarakat*. <https://doi.org/10.31604/jpm.v6i2.709-716>
- Satsangi, R., & Raines, A. R. (2023). Examining virtual manipulatives for teaching computations with fractions to children with mathematics difficulty. *Journal of Learning Disabilities*, 56(4), 295-309.
- Suh, Jennifer & Moyer, P.S.. (2007). Developing students' representational fluency using virtual and physical algebra balances. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*. 26. 155-173.
- Suharno, T., Widodo, S., & Setyowati, R. (2020). Pengaruh penggunaan manipulatif virtual terhadap kemampuan matematika siswa sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia*, 5(2), 104-112.
- Sukarya, Y. (2018). Upaya Meningkatkan Kemampuan Guru dalam Melaksanakan Proses Belajar Mengajar melalui Pendidikan dan Pelatihan Guru. *Pedagogi: Jurnal Penelitian Pendidikan*, 5(2). <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.25134/pedagogi.v5i2.1710>
- Susanta, A., & Koto, I. (2022). Workshop Penggunaan Media Manipulatif Matematika Materi Pecahan Bagi Guru Sekolah Dasar Bengkulu Selatan. *Dharma Raflesia : Jurnal Ilmiah Pengembangan dan Penerapan IPTEKS*, 20(1), 146–158. <https://doi.org/10.33369/dr.v20i1.20974>
- Susanta, A., Koto, I., & Susanto, E. (2023). Pelatihan Pemanfaatan Media Manipulatif Matematika Materi Pengukuran Bagi Guru Sekolah Dasar. *JPM: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(4). <https://doi.org/10.47065/jpm.v3i4.704>
- Susanta, A., Susanto, E., & Rusdi, R. (2021). Pelatihan pembuatan alat peraga matematika kreatif berbahan kertas bekas untuk Guru MI Humairah Kota Bengkulu. *Dharma Raflesia : Jurnal Ilmiah Pengembangan dan Penerapan IPTEKS*, 19(1), 1–12. <https://doi.org/10.33369/dr.v19i1.13089>
- Tucker, Stephen. (2016). The Modification of Attributes, Affordances, Abilities, and Distance for Learning Framework and Its Applications to Interactions with Mathematics *Virtual Manipulatives*. 10.1007/978-3-319-32718-1\_3.
- Zulfikri, A. (2023). Dampak Implementasi Teknologi Virtual Reality dalam Pembelajaran Matematika pada Siswa Sekolah Dasar di Kabupaten Sukabumi. In *Jurnal Pendidikan West Science* (Vol. 01, Issue 06).