

ANALISIS PEMAHAMAN KONSEP BANGUN RUANG SISWA TUNANETRA MELALUI EKSPLORASI TAKTIL MENGGUNAKAN MEDIA *RUANG CERIA*

Lailatul Fauziah¹, Yuli Ismi Nahdiyati Ilmi²

^{1,2,3}Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Islam Malang

Email: 22201072030@unisma.ac.id

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh masih terbatasnya media pembelajaran yang mampu memfasilitasi pemahaman konsep bangun ruang pada siswa tunanetra. Keterbatasan akses visual menyebabkan siswa mengalami kesulitan dalam membangun representasi spasial, sehingga diperlukan media pembelajaran berbasis eksplorasi taktil yang konkret dan aksesibel. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan karakteristik pemahaman konsep bangun ruang yang ditunjukkan oleh siswa tunanetra selama proses eksplorasi taktil menggunakan Media *Ruang Ceria* di SLB A,B,D Negeri Kedungkandang Malang. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dengan jenis penelitian deskriptif. Subjek penelitian terdiri atas dua siswa tunanetra kelas VII, yaitu satu siswa *total blind* dan satu siswa *low vision*. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, tes pemahaman konsep sebelum dan sesudah penggunaan media, wawancara mendalam, serta dokumentasi. Analisis data meliputi kondensasi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan dengan uji keabsahan melalui triangulasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa eksplorasi taktil menggunakan Media *Ruang Ceria* membantu siswa mengenali bentuk bangun ruang, mengidentifikasi sisi, rusuk, dan titik sudut, mengklasifikasikan bangun ruang berdasarkan karakteristiknya, serta mengomunikasikan dan menerapkan konsep yang dipahami. Siswa *low vision* menunjukkan proses pemahaman yang lebih cepat, sedangkan siswa *total blind* memerlukan eksplorasi taktil yang lebih intensif disertai bimbingan verbal secara bertahap. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam memperkaya kajian pembelajaran matematika bagi siswa tunanetra serta menjadi referensi bagi guru dalam mengembangkan pembelajaran geometri berbasis media taktil yang lebih efektif dan inklusif.

Kata-kata kunci: pemahaman konsep, bangun ruang, siswa tunanetra, eksplorasi taktil, media *Ruang Ceria*.

Abstract

This study is motivated by the limited availability of learning media that can facilitate the understanding of spatial-geometry concepts among visually impaired students. Limited visual access causes students difficulty in constructing spatial representations, so a concrete and accessible tactile-exploration-based learning medium is needed. This study aims to describe the characteristics of spatial-geometry concept understanding shown by visually impaired students during tactile exploration using the *Ruang Ceria* Media at SLB A,B,D Negeri Kedungkandang, Malang. The study used a qualitative approach with a descriptive research design. The subjects consisted of two seventh-grade visually impaired students, one totally blind and one with low vision. Data were collected through observation, concept-understanding tests administered before and after use of the media, in-depth interviews, and documentation. Data analysis included data condensation, data display, and conclusion drawing and verification, with validity established through triangulation. The results show that tactile exploration using the *Ruang Ceria* Media helped students recognize the shapes of spatial figures, identify faces, edges, and vertices, classify spatial figures according to their characteristics, and communicate and apply

the concepts they understood. The low-vision student showed a faster understanding process, while the totally blind student required more intensive tactile exploration accompanied by gradual verbal guidance. This study contributes to enriching the study of mathematics learning for visually impaired students and serves as a reference for teachers in developing more effective and inclusive tactile-based geometry instruction.

Keywords: concept understanding, spatial geometry, visually impaired students, tactile exploration, *Ruang Ceria* media.

PENDAHULUAN

Pembelajaran matematika di tingkat pendidikan dasar merupakan fondasi untuk menumbuhkan pola pikir logis, analitis, dan sistematis. Salah satu materi matematika yang membutuhkan pemahaman konsep dan visual yang baik adalah bangun ruang. Pemahaman bangun ruang tidak hanya diperlukan oleh siswa reguler, tetapi juga oleh siswa tunanetra. Keterbatasan penglihatan dapat menghambat kemampuan siswa dalam membayangkan bentuk, ukuran, serta hubungan antarbidang dalam ruang sehingga berdampak langsung pada kemampuan mereka membangun pemahaman konsep geometri secara utuh. Oleh karena itu, guru di Sekolah Luar Biasa (SLB) dituntut mampu mengembangkan strategi, pendekatan, serta media pembelajaran yang memungkinkan konsep geometri dipahami secara konkret melalui pendekatan taktil.

Pemahaman konsep bangun ruang bagi siswa tunanetra membutuhkan perangkat bantu yang mampu menggantikan peran visual dalam memahami bentuk tiga dimensi. Salah satu media yang dikembangkan untuk kebutuhan tersebut adalah *Ruang Ceria*, yaitu model bangun ruang berbahan kayu yang dilengkapi tulisan Braille pada setiap permukaannya. Aktivitas perabaan dan pembacaan Braille secara mandiri memungkinkan siswa mengenali bentuk serta karakteristik bangun ruang. Namun dalam praktiknya, pemahaman konsep ini masih menghadapi berbagai hambatan, terutama terkait keterbatasan representasi spasial akibat tidak adanya pengalaman visual. Teori konstruktivisme Piaget dan Vygotsky menekankan bahwa pemahaman konsep matematika berkembang melalui interaksi aktif dengan lingkungan serta dukungan sosial; siswa dapat memahami geometri secara optimal apabila memperoleh pengalaman konkret melalui tindakan langsung dan alat bantu yang sesuai. Media *Ruang Ceria* berfungsi sebagai alat konkret yang memfasilitasi interaksi aktif dan *scaffolding* dalam pembelajaran bangun ruang, sehingga memungkinkan siswa tunanetra membangun pemahaman melalui eksplorasi taktil yang terstruktur.

Kesenjangan media pembelajaran matematika tersebut secara nyata ditemukan peneliti melalui studi pendahuluan di SLB A,B,D Negeri Kedungkandang Malang. Proses pembelajaran geometri di sekolah tersebut masih didominasi penjelasan verbal, sementara alat peraga taktil tiga dimensi khusus siswa tunanetra masih sangat terbatas. Akibatnya, siswa mengalami kesulitan spesifik dalam membedakan karakteristik antara kubus dan balok saat diminta menjelaskan jumlah sisi, bentuk bidang, atau panjang rusuknya. Kondisi ini sejalan dengan temuan Aktaş (2024) bahwa siswa tunanetra membutuhkan media taktil yang memfasilitasi eksplorasi bentuk tiga dimensi secara mandiri melalui sentuhan, serta Musango dkk. (2024) yang menunjukkan bahwa ketergantungan pada penjelasan verbal menyulitkan siswa membangun representasi konsep secara internal. Penelitian Due (2024) turut memperkuat bahwa pemahaman konsep matematika meningkat ketika siswa dapat “menyentuh matematika” melalui pengalaman haptik, sementara Indriyani dkk. (2024) dan Shoaib dkk. (2023)

menegaskan bahwa interaksi langsung antara indera peraba dan objek konkret mendukung pembentukan representasi konsep yang lebih kuat dibandingkan penjelasan verbal saja.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini berfokus pada analisis pemanfaatan Media *Ruang Ceria* sebagai instrumen untuk memfasilitasi pemahaman konsep bangun ruang bagi siswa tunanetra. Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana karakteristik pemahaman konsep bangun ruang yang ditunjukkan oleh siswa tunanetra selama proses eksplorasi taktil menggunakan Media *Ruang Ceria*. Sejalan dengan rumusan masalah tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan karakteristik pemahaman konsep bangun ruang yang ditunjukkan oleh siswa tunanetra kelas VII selama proses eksplorasi taktil menggunakan Media *Ruang Ceria* di SLB A,B,D Negeri Kedungkandang. Penelitian ini tidak bertujuan menguji efektivitas media, melainkan menganalisis bagaimana pengalaman eksplorasi, respons siswa, serta interaksi pembelajaran membentuk pemahaman konsep pada masing-masing subjek penelitian.

METODE

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kualitatif dengan pendekatan deskriptif. Pendekatan ini dipilih karena penelitian tidak bertujuan menguji hipotesis, mengukur pengaruh, maupun membandingkan efektivitas suatu media pembelajaran, melainkan mendeskripsikan secara mendalam karakteristik pemahaman konsep bangun ruang yang ditunjukkan siswa tunanetra selama mengikuti pembelajaran menggunakan Media *Ruang Ceria*. Peneliti bertindak sebagai instrumen utama yang berperan sebagai pengamat-partisipan (*participant as observer*), yaitu terlibat langsung dalam proses pembelajaran, mengamati interaksi siswa dan guru, serta mendokumentasikan proses pembelajaran (Creswell & Creswell, 2023).

Penelitian dilaksanakan di SLB A,B,D Negeri Kedungkandang Kota Malang pada semester genap tahun ajaran 2025/2026. Subjek penelitian dipilih secara purposive, yaitu dua siswa tunanetra kelas VII dengan kondisi penglihatan berbeda: satu siswa *total blind* (S1) dan satu siswa *low vision* (S2), yang keduanya telah mempelajari materi bangun ruang. Selain kedua subjek tersebut, seorang guru mata pelajaran Matematika dilibatkan sebagai informan. Sumber data terdiri atas data primer, yaitu hasil observasi, wawancara, dan aktivitas belajar kedua subjek serta keterangan guru, dan data sekunder berupa dokumen pembelajaran yang relevan.

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara semi-terstruktur, tes pemahaman konsep sebelum dan sesudah pembelajaran, serta dokumentasi. Observasi difokuskan pada aktivitas eksplorasi taktil siswa berdasarkan lima indikator pemahaman konsep, yaitu kemampuan menyatakan ulang konsep, mengklasifikasikan objek berdasarkan sifat tertentu, memberikan contoh dan bukan contoh, menyajikan konsep dalam berbagai representasi, serta mengaplikasikan konsep pada situasi yang relevan. Tes pemahaman konsep tidak dimaksudkan untuk mengukur efektivitas media, melainkan sebagai data pendukung untuk memotret perubahan karakteristik pemahaman konsep sebelum dan sesudah eksplorasi taktil. Keabsahan data diperiksa melalui triangulasi teknik, triangulasi sumber, dan *member checking* bersama guru mata pelajaran (Creswell & Creswell, 2023).

Analisis data dilakukan menggunakan model analisis interaktif Miles, Huberman, dan Saldaña (2018), yang meliputi kondensasi data, penyajian data, serta penarikan dan verifikasi kesimpulan. Pada tahap kondensasi data dilakukan proses *coding*, pengelompokan kategori, dan penyusunan tema berdasarkan lima indikator karakteristik pemahaman konsep. Data kemudian disajikan secara naratif disertai kutipan hasil wawancara, hasil observasi, dan tabel ringkasan,

sebelum ditarik kesimpulan yang diverifikasi melalui perbandingan berulang antara hasil observasi, wawancara, dokumentasi, dan hasil aktivitas siswa (Sugiyono, 2024).

HASIL

Hasil observasi menunjukkan bahwa kedua subjek memulai pembelajaran dengan eksplorasi awal, yaitu meraba seluruh bagian model bangun ruang untuk memperoleh gambaran bentuk sebelum menerima penjelasan guru. S1 melakukan eksplorasi secara perlahan dan sistematis karena sepenuhnya mengandalkan indera peraba, sedangkan S2 memanfaatkan sisa penglihatannya untuk memperoleh gambaran umum sebelum eksplorasi taktil yang lebih rinci. Pada tahap identifikasi karakteristik, kedua subjek relatif lebih mudah mengenali sisi dan rusuk dibandingkan titik sudut, yang memerlukan ketelitian lebih tinggi terutama bagi S1. Label Braille pada media digunakan sebagai sarana konfirmasi, bukan sumber utama pembentukan konsep: kedua subjek terlebih dahulu mengeksplorasi bentuk secara taktil sebelum membaca label Braille untuk memastikan nama bangun ruang yang telah dikenali.

Perbedaan strategi eksplorasi antara kedua subjek berpengaruh pada kecepatan dan kemandirian proses pemahaman. S1 memerlukan waktu eksplorasi yang lebih lama dan sesekali arahan verbal maupun bantuan mengarahkan tangan dari guru, sedangkan S2 memperoleh pemahaman lebih cepat karena mengombinasikan sisa penglihatan dengan perabaan. Meskipun demikian, hasil tes pemahaman konsep sebelum dan sesudah pembelajaran menunjukkan bahwa jawaban kedua subjek berkembang dari sekadar hafalan sifat-sifat bangun ruang menjadi penjelasan yang lebih konseptual, yaitu mampu menjelaskan hubungan antara sisi, rusuk, dan titik sudut serta membedakan karakteristik antarbangun ruang. Kedua subjek juga menunjukkan aspek afektif berupa antusiasme, fokus, dan kepercayaan diri selama eksplorasi berlangsung. Ringkasan karakteristik pemahaman konsep pada kedua subjek berdasarkan lima indikator penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Pemahaman Konsep Bangun Ruang pada Siswa Tunanetra

Indikator Pemahaman Konsep	S1 (<i>Total Blind</i>)	S2 (<i>Low Vision</i>)
Menyatakan ulang konsep	Mampu menyatakan ulang nama dan ciri bangun ruang setelah eksplorasi taktil menyeluruh, meski memerlukan waktu lebih lama.	Mampu menyatakan ulang konsep dengan bahasa sendiri secara lebih cepat, dibantu sisa penglihatan.
Mengklasifikasikan objek berdasarkan sifat tertentu	Mampu mengklasifikasikan bangun ruang berdasarkan sisi, rusuk, dan titik sudut, namun masih keliru pada bangun yang bentuknya mirip (prisma segitiga dan limas segiempat).	Mampu mengklasifikasikan bangun ruang dengan tingkat kemandirian lebih tinggi, meski sesekali keliru menghitung titik sudut.
Memberikan contoh dan bukan contoh	Mampu memberikan contoh benda di lingkungan sekitar yang sesuai dengan bangun ruang yang dipelajari.	Mampu memberikan contoh benda yang sesuai serta membedakannya dari bukan contoh.
Menyajikan konsep dalam berbagai representasi	Menyajikan konsep melalui penjelasan verbal berdasarkan hasil perabaan dan konfirmasi label Braille.	Menyajikan konsep melalui penjelasan verbal serta hasil eksplorasi media secara runtut.
Mengaplikasikan konsep	Mampu menerapkan konsep pada situasi sederhana dengan sesekali	Mampu menerapkan konsep dalam menyelesaikan tugas

	bimbingan guru.	sederhana secara mandiri.
--	-----------------	---------------------------

Berdasarkan Tabel 1, dapat dipahami bahwa kedua subjek mampu menunjukkan kelima indikator karakteristik pemahaman konsep, tetapi dengan tingkat kecepatan dan kemandirian yang berbeda. S2 (*low vision*) cenderung lebih cepat dan mandiri karena masih memanfaatkan sisa penglihatan, sedangkan S1 (*total blind*) memerlukan eksplorasi taktil yang lebih intensif disertai bimbingan verbal bertahap dari guru, khususnya pada bangun ruang yang memiliki karakteristik hampir serupa seperti prisma segitiga dan limas segiempat.

PEMBAHASAN

Karakteristik Pemahaman Konsep Bangun Ruang pada Siswa Tunanetra

Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik pemahaman konsep bangun ruang pada siswa tunanetra berkembang melalui proses eksplorasi taktil yang berlangsung secara bertahap. Pada awal pembelajaran, kedua subjek terlebih dahulu mengenali bentuk bangun ruang melalui aktivitas meraba objek secara menyeluruh, kemudian mengidentifikasi unsur-unsur penyusunnya, membandingkan karakteristik antarbangun ruang, dan akhirnya mampu menjelaskan kembali konsep menggunakan bahasa sendiri serta menghubungkannya dengan benda-benda di lingkungan sekitar. Temuan ini menunjukkan bahwa pemahaman konsep tidak terbentuk secara instan, tetapi berkembang melalui proses eksplorasi, pengalaman, dan penguatan yang berulang.

Jika ditinjau dari teori Bruner, proses pembelajaran pada penelitian ini berlangsung mulai dari tahap enaktif, yaitu ketika siswa memperoleh pemahaman melalui pengalaman memanipulasi objek secara langsung, sebelum berkembang menuju representasi simbolik melalui label Braille dan penjelasan verbal guru (Bruner, 1966). Temuan ini juga diperkuat oleh teori konstruktivisme Piaget yang menjelaskan bahwa pengetahuan dibangun melalui interaksi aktif individu dengan lingkungannya; kedua subjek tidak menerima konsep bangun ruang secara pasif, melainkan membangun sendiri pemahamannya melalui eksplorasi terhadap Media *Ruang Ceria*. Selain itu, teori konstruktivisme sosial Vygotsky turut mendukung hasil penelitian melalui konsep *Zone of Proximal Development* (ZPD) dan *scaffolding*: guru memberikan bantuan secara bertahap berupa arahan saat eksplorasi, penjelasan verbal, dan klarifikasi terhadap hasil perabaan siswa sehingga siswa mampu memahami konsep yang sebelumnya belum dapat dipahami secara mandiri (Vygotsky, 1978).

Peran Media *Ruang Ceria* dalam Membentuk Pemahaman Konsep

Media *Ruang Ceria* berperan sebagai sarana yang memfasilitasi terbentuknya pemahaman konsep bangun ruang secara bertahap, bukan sekadar alat bantu pembelajaran. Kedua subjek memanfaatkan media dengan cara yang berbeda sesuai kondisi visualnya, namun sama-sama membangun pemahaman melalui pengalaman eksplorasi langsung sebelum mengonfirmasi hasil eksplorasinya melalui label Braille. Pola ini sejalan dengan pandangan Lubis dkk. (2025) bahwa pemahaman konsep matematika berkembang ketika siswa mampu menghubungkan pengalaman konkret dengan representasi simbolik dan bahasa matematika. Pada penelitian ini, pengalaman konkret diperoleh melalui kegiatan meraba model bangun ruang, sedangkan representasi simbolik diperkuat melalui label Braille dan penjelasan verbal guru, sehingga keterpaduan keduanya membantu siswa membangun pemahaman konsep yang lebih utuh dibandingkan hanya menerima penjelasan lisan.

Faktor yang Memengaruhi Karakteristik Pemahaman Konsep

Karakteristik pemahaman konsep bangun ruang pada siswa tunanetra dipengaruhi oleh interaksi beberapa faktor, yaitu kondisi visual siswa, pengalaman eksplorasi taktil, penggunaan label Braille sebagai konfirmasi konsep, serta bimbingan guru. Kondisi visual menentukan strategi eksplorasi yang digunakan: siswa *total blind* sepenuhnya mengandalkan indera peraba sehingga memerlukan eksplorasi yang lebih sistematis, sedangkan siswa *low vision* memanfaatkan sisa penglihatan untuk memperoleh gambaran awal sebelum eksplorasi taktil lebih rinci. Pengalaman eksplorasi taktil yang berulang membantu siswa mengenali bentuk, mengidentifikasi unsur-unsur bangun ruang, dan menjelaskan kembali konsep menggunakan bahasa sendiri, sejalan dengan tahap enaktif Bruner (1966) yang menempatkan interaksi langsung dengan objek sebagai dasar terbentuknya pemahaman konsep. Adapun bimbingan guru melalui *scaffolding* membantu siswa memahami konsep yang belum dapat dipahami secara mandiri, sebagaimana dijelaskan dalam konsep ZPD Vygotsky (1978), dengan bentuk bantuan yang disesuaikan pada kebutuhan masing-masing subjek.

Implikasi terhadap Pembelajaran Matematika bagi Siswa Tunanetra

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa pembelajaran matematika pada materi bangun ruang bagi siswa tunanetra akan lebih bermakna apabila dirancang berdasarkan pengalaman belajar konkret melalui eksplorasi taktil, bukan sekadar penjelasan verbal. Guru perlu memberikan kesempatan eksplorasi objek konkret secara bertahap, menggunakan media taktil yang dilengkapi label Braille sebagai konfirmasi konsep, serta memberikan pendampingan yang disesuaikan dengan karakteristik visual masing-masing siswa. Perbedaan kebutuhan antara siswa *total blind* dan *low vision* menegaskan pentingnya pembelajaran yang adaptif, di mana media dan strategi pendampingan disesuaikan agar proses pembentukan pemahaman konsep dapat berlangsung optimal bagi setiap siswa.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa karakteristik pemahaman konsep bangun ruang pada siswa tunanetra terbentuk melalui proses eksplorasi taktil yang bertahap dan dipengaruhi oleh kondisi visual masing-masing siswa. Siswa *total blind* (S1) membangun pemahaman melalui perabaan menyeluruh yang sistematis, mengidentifikasi sisi, rusuk, dan titik sudut satu per satu, serta memanfaatkan label Braille untuk menghubungkan pengalaman taktil dengan istilah matematika; S1 mampu menunjukkan kelima indikator pemahaman konsep meskipun masih mengalami kesulitan membedakan bangun yang berkarakteristik serupa dan memerlukan waktu eksplorasi serta bimbingan guru yang lebih intensif. Siswa *low vision* (S2) membangun pemahaman melalui kombinasi pengamatan visual dan eksplorasi taktil sehingga menunjukkan proses yang lebih cepat dan mandiri, meskipun tetap memerlukan penguatan melalui latihan berulang. Media *Ruang Ceria* terbukti berperan penting dalam memfasilitasi pengalaman belajar konkret bagi kedua subjek, sehingga proses pembelajaran tidak hanya bergantung pada penjelasan verbal, tetapi juga pada pengalaman sensorik yang nyata.

Berdasarkan simpulan tersebut, penelitian ini menyarankan beberapa hal. Bagi pendidik, disarankan mengintegrasikan media taktil seperti *Ruang Ceria* secara lebih intensif dan variatif, membiasakan siswa melakukan eksplorasi taktil secara sistematis dari pengenalan global menuju identifikasi detail, serta memberikan latihan lisan dan praktik langsung yang beragam. Bagi siswa tunanetra, disarankan untuk lebih aktif mengeksplorasi media pembelajaran taktil secara berurutan dan tidak hanya mengandalkan hafalan verbal. Bagi peneliti selanjutnya, penelitian ini dapat dikembangkan dengan melibatkan lebih banyak subjek, menerapkan Media *Ruang Ceria* pada bangun ruang sisi lengkung, mengintegrasikan teknologi asistif seperti

pencetakan 3D dan audio-taktil, serta menggunakan desain penelitian longitudinal untuk mengukur retensi pemahaman konsep dalam jangka waktu yang lebih panjang.

DAFTAR RUJUKAN

- Aktaş, F. N. (2024). The touch of individuals with visual impairments to geometry: Tactile materials vs origami. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 8(2), 47–65.
- Bruner, J. S. (1966). *Toward a Theory of Instruction*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2023). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (6th ed.). Sage Publications.
- Due, B. L. (2024). The matter of math: Guiding the blind to touch the Pythagorean theorem. *Learning, Culture and Social Interaction*, 45, 100792. <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2023.100792>
- Indriyani, H., Herlina, H., & Wardany, O. F. (2024). Pembelajaran geometri berbasis media konkret bagi siswa tunanetra. *Jurnal Basicedu*, 8(4), 2745–2754.
- Lubis, M. R., Zahara, M., Cahyani, A., Qhistina, A., Sinaga, S. M., Aulia, E., Ningsih, T., & Friska, N. (2025). Anak berkebutuhan khusus tunanetra. *Prosiding Pendidikan Anak Berkebutuhan Khusus*, 124–134.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2018). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook* (4th ed.). Sage Publications.
- Musango, L. M., Murugami, M. W., & Wamunyi, J. C. (2024). Learner perception on tactile materials as a correlate of performance in mathematics: The case of Thika High School for the Blind, Kiambu County, Kenya. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, 12(1), 613–624.
- Qolamani, B., Ilias, K., & Kebudayaan, J. (2023). Mastering advanced qualitative research methods in social studies. *Adabiya*, 18(2), 105–124. <https://doi.org/10.37680/adabiya.v18i2.3846>
- Shoaib, M., Fitzpatrick, D., & Pitt, I. (2023). Assistive technology-based solutions in learning mathematics for visually-impaired people: Exploring issues, challenges and opportunities. *Multimedia Tools and Applications*, 82(29). <https://doi.org/10.1007/s11042-023-17409-z>
- Sugiyono. (2024). *Metode Penelitian Kualitatif*. Bandung: Alfabeta.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.