

## Pemanfaatan Alat Peraga untuk Melatih Pemahaman Peserta Didik terhadap Operasi Aljabar

Yenny Anggreini Sarumaha<sup>1\*</sup>, Ayu Kurniasih<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Cokroaminoto Yogyakarta

Jalan Perintis Kemerdekaan, Yogyakarta, Indonesia

<sup>1\*</sup>yanggreini@gmail.com; <sup>2</sup>ayukurniasih671@gmail.com

### ABSTRAK

Kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa pemahaman peserta didik mengenai aljabar cukup rendah. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui bagaimana manfaat alat peraga papan aljabar dalam menyelesaikan operasi hitung aljabar bagi siswa. Subyek penelitian terdiri dari lima peserta didik kelas VII salah satu SMP di DIY. Pengumpulan data melalui lembar observasi, lembar wawancara, lembar kerja peserta didik, dan tes akhir. Penelitian ini adalah penelitian kualitatif dengan menggunakan metode analisis deskriptif. Diperoleh hasil bahwa alat peraga papan aljabar merupakan salah satu alat yang bisa digunakan untuk meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap operasi hitung aljabar. Alat peraga ini juga sebagian besar dijadikan sebagai alat kalkulasi untuk memudahkan peserta didik dalam menyelesaikan soal operasi hitung aljabar.

**Kata Kunci:** Alat peraga aljabar; operasi hitung aljabar; pembelajaran matematika.

### ABSTRACT

The reality in the field shows that students' understanding of algebra is quite low. The purpose of this research is to find out how the algebra board teaching aids are useful in completing algebraic arithmetic operations for students. The research subjects consisted of five class VII students from a junior high school in DIY. Data collection through observation sheets, interview sheets, student worksheets, and final tests. This research is qualitative research using the descriptive analysis method. The result is that the algebra board teaching aid is a tool that can be used to increase students' understanding of algebraic arithmetic operations. Most of these teaching aids are also used as a calculation tools to make it easier for students to solve algebraic arithmetic operations.

**Keywords:** Algebraic teaching aids; algebraic arithmetic operations; learning mathematics.

### Informasi Artikel:

Artikel Diterima: 30 Oktober 2022, Direvisi: 18 November 2022, Diterbitkan: 30 November 2022

### Cara Sitasi:

Sarumaha, Y. A., & Kurniasih, A. (2022). Pemanfaatan Alat Peraga untuk Melatih Pemahaman Peserta Didik terhadap Operasi Aljabar. *Plusminus: Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(3), 369-380. DOI: <https://doi.org/10.31980/plusminus.v2i3.2220>

Copyright © 2022 Plusminus: Jurnal Pendidikan Matematika

## 1. PENDAHULUAN

Aljabar merupakan salah satu cabang dari matematika yang dipelajari di sekolah. Aljabar di sekolah menengah merupakan topik penting yang menjamin kesiapan peserta didik menempuh konsep matematika lanjut ([Dougherty dkk., 2015](#); [Rege dkk., 2021](#)). Istilah aljabar sendiri banyak dikait-kaitkan dengan simbol atau huruf yang dirangkai dalam suatu persamaan maupun pertidaksamaan. Aljabar meliputi hubungan antara kuantitas-kuantitas, penggunaan notasi, pemodelan situasi, dan studi matematis tentang perubahan ([Benson dkk., 2021](#)). Sulit untuk mendefinisikan aljabar dengan kata-kata ([Freudenthal & Reidel, 1983](#)). Namun dalam pembelajarannya, dapat kita lihat bahwa aljabar selalu dikaitkan dengan penyelesaian persamaan di mana asal persamaan tersebut merupakan situasi atau penegasan mengenai bilangan atau ukuran kuantitas, yang serupa dari dulunya. Aljabar merupakan penyimbolan umum secara sistematis dari suatu pengulangan. Aljabar menuntun pada penalaran dan aksi secara umum yang diekspresikan dengan sistem simbol yang konvensional ([Kaput & Blanton, 2005](#)).

Dengan beragamnya topik atau materi matematika yang dipelajari di sekolah, aljabar dapat dikatakan sebagai salah satu topik yang sulit dipahami peserta didik. Pernyataan ini juga sejalan dengan informasi yang diperoleh peneliti dari wawancara dengan beberapa orang peserta didik yang masih menempuh sekolah menengah pertama. Mereka menyatakan bahwa tantangan yang mereka hadapi saat ini adalah memahami operasi aljabar, bagaimana menjumlahkan variabel yang ada dan memperoleh hasil akhirnya. Sejalan dengan hal tersebut, [Abrar \(2018\)](#) berpendapat bahwa kesulitan siswa dalam mempelajari matematika dapat dilihat dari beberapa proses seperti kesulitan dalam memahami informasi baru dalam matematika dan kesulitan dalam menjawab atau memecahkan masalah dalam matematika. Selain dari dua kesulitan tersebut, kesulitan siswa juga dapat terjadi bila siswa tersebut belum memahami objek matematika yang dipelajarinya seperti konsep dan prinsip dalam matematika.

Pembelajaran matematika lebih ditekankan pada pemahaman konsep. Peserta didik yang mampu menguasai konsep akan lebih mudah memahami pelajaran matematika serta mengaplikasikannya ke dalam soal-soal yang diberikan oleh guru ([Nurlitaningsih & Sarumaha, 2022](#)). Penguasaan konsep matematika bisa dicapai melalui penalaran dan penalaran dapat dilatih melalui matematika ([Rahmawati & Astuti, 2022](#)).

Guru dituntut harus lebih kreatif dan aktif memfasilitasi siswa belajar, misalnya dengan merancang aktivitas ataupun menggunakan media yang mendorong siswa untuk mengkonstruksi pengetahuan yang mereka miliki ([Sarumaha, 2016](#)). Pembelajaran menggunakan media merupakan salah satu faktor yang menentukan kesuksesan proses pembelajaran ([Ulyani & Qohar, 2021](#)). Hany dan Setyaningsih dalam penelitiannya menemukan bahwa salah satu cara yang bisa dijadikan alternatif dalam menanamkan konsep dalam pembelajaran matematika adalah dengan menggunakan media pembelajaran ([Hany &](#)

[Setyaningsih, 2021](#)). Media pembelajaran dapat diartikan sebagai segala benda ataupun alat penghubung guna mempermudah proses pembelajaran dan penyampaian informasi yang dilakukan oleh guru terhadap peserta didik agar informasi tersebut ditangkap dengan mudah ([Prambudi & Yunianta, 2020](#)).

Berdasarkan hasil wawancara dengan beberapa peserta didik dari salah satu Sekolah Menengah Pertama di Yogyakarta pada bulan Mei 2022, diketahui pula bahwa peserta didik belum pernah menggunakan media dalam pembelajaran matematika, khususnya dalam topik aljabar. Alat peraga untuk materi operasi hitung bentuk aljabar pada sekolah – sekolah terutama sekolah menengah pertama, masih terbatas bahkan belum ada sama sekali. Dengan kata lain, pembelajaran matematika masih sering disajikan dalam bentuk abstrak, monoton dengan prinsip mengajar yang masih tradisional ([Zaneta, 2022](#)). Fungsi utama dari alat peraga adalah untuk membantu menanamkan atau mengembangkan konsep yang abstrak, agar siswa mampu menangkap arti sebenarnya dari konsep tersebut ([Suharjana, 2009](#)). Selain itu, penerapan operasi hitung aljabar terkadang sulit dipahami karena terdapat unsur aljabar serta istilah lain yang belum dapat dipahami penuh oleh siswa ([Afifaturohmaniyyah & Malasari, 2021](#)). Penggunaan alat peraga dapat memberikan pengaruh pola pikir siswa dalam penerimaan materi yang disampaikan oleh guru, sehingga dapat meningkatkan hasil belajar siswa ([Suliani, 2020](#)).

Salah satu alat peraga yang bisa digunakan guru dalam pembelajaran aljabar adalah papan peraga aljabar. Papan peraga merupakan suatu benda berbentuk persegi yang bertujuan untuk memvisualisasikan suatu teori ke dalam bentuk benda yang dapat diraba dengan indra peraba manusia ([Maulida dkk., 2022](#)). Sejalan dengan itu maka alat peraga papan aljabar ini memiliki tujuan untuk mengubah keabstrakan dan konsep teoritis menjadi konsep yang mudah dipahami oleh siswa dengan itu peneliti bermaksud agar proses pembelajaran aljabar menjadi lebih efektif karena kedepannya akan dipakai sampai jenjang yang lebih tinggi. Selain itu, penggunaan media pembelajaran dapat membantu meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap konsep matematika (Azizah & Sarumaha, 2022). Maulida, Mulyanti, dan Lukman ([Maulida dkk., 2022](#)) dalam penelitiannya menemukan bahwa alat peraga papan aljabar (*Aljabar Board*) memberikan pengaruh yang baik dalam pengembangan kemampuan pemahaman konsep matematika siswa. Selain itu, penggunaan alat peraga juga memberi pengaruh positif terhadap kemampuan pemahaman konsep dan komunikasi matematis peserta didik ([Herliana dkk., 2021](#); [Isnaniah & Imamuddin, 2020](#)).

Kurangnya pemahaman peserta didik mengenai operasi aljabar dan belum digunakannya media pembelajaran dalam kelas matematika, maka peneliti ingin mengembangkan alat peraga yang dapat digunakan dalam pembelajaran operasi hitung bentuk aljabar. Pada penelitian sebelumnya, telah digunakan berbagai macam alat peraga untuk memfasilitasi pemahaman siswa pada materi aljabar seperti Keping Aljabar, Puzzle Aljabar, dan Ubin Aljabar. Untuk media

Papan Aljabar dalam memfasilitasi pemahaman terhadap operasi hitung aljabar belum diteliti sebelumnya. Oleh karena itu, alat peraga yang dikembangkan peneliti adalah alat peraga papan aljabar atau Algebra Board. Alat peraga Papan Aljabar merupakan sebuah alat peraga berbahan papan bernuansa warna-warni yang bisa digunakan oleh peserta didik secara individu maupun berkelompok. Tujuan penelitian ini dilakukan adalah untuk mengetahui bagaimana manfaat alat peraga papan aljabar dalam menyelesaikan operasi hitung aljabar bagi siswa. Selain untuk mengetahui manfaat alat peraga papan aljabar, penelitian ini juga bermanfaat bagi peserta didik dalam hal menambah pengalaman dalam menggunakan alat peraga dalam pembelajaran matematika dan informasi baru bagi guru bagaimana pembelajaran dilakukan dengan menggunakan alat peraga.

## 2. METODE

Penelitian ini adalah penelitian kualitatif dengan menggunakan metode analisis deskriptif. Karena masih dalam kondisi Covid-19, subjek dari penelitian ini adalah kelompok kecil peserta didik yang terdiri dari lima orang peserta didik kelas VII dari salah satu sekolah menengah pertama di Daerah Istimewa Yogyakarta. Adapun penelitian dilakukan dalam beberapa kali pertemuan selama bulan Juli 2022. Satu pertemuannya dilakukan selama 80 menit.

Instrumen pengumpulan data dalam penelitian ini adalah lembar observasi peserta didik, lembar wawancara, lembar kerja peserta didik, dan tes akhir. Dalam proses penelitian atau proses pembelajarannya, peneliti mengambil beberapa bagian video aktivitas pembelajaran dan mengambil beberapa foto untuk dokumentasi. Analisis data dilakukan dengan mengumpulkan seluruh instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data, kemudian dianalisis dan dituliskan deskripsinya.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. Alat Peraga Papan Aljabar

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan papan aljabar sebagai alat peraga pembelajaran.



Gambar 1. Papan Aljabar buatan Mahasiswa

Gambar 1 adalah gambar alat peraga papan aljabar yang digunakan peneliti dalam pembelajaran operasi hitung aljabar. Cara penggunaan media papan aljabar ini juga tergolong cukup mudah dan dapat dengan cepat dipahami oleh siswa. Ada beberapa aturan dalam menggunakan alat peraga ini, diantaranya:

1. Jika sedotan merah bernilai negatif maka sedotan kuning bernilai positif.
2. Untuk mengetahui bilangan tersebut negatif atau positif dapat dilihat pada tanda sebelum angka.
3. Papan bisa dioperasikan ketika 1 kolom dari atas sampai bawah memiliki variabel yang sama.
4. Jika suatu bilangan dikurangkan dengan bilangan negatif (sedotan merah) maka bilangan tersebut akan bertabrakan warna sehingga pudar menjadi kuning (menjadi bilangan positif).

Penggunaan alat peraga dalam menyelesaikan soal yang diberikan adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi dan cermati soal.
2. Tempelkan lambang variabelnya dengan tempelan yang disediakan.
3. Sesuaikan juga tanda operasinya.
4. Masukkan sedotan sesuai dengan jumlah koefisien dan konstantanya.
5. Baris pada bagian bawah adalah jawabannya.
6. Tulis jawaban pada lembar kerja sesuai dengan papan aljabar tersebut.

#### **b. Pelaksanaan Penelitian**

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, langkah-langkah pelaksanaan pembelajaran yang dilakukan peneliti dalam tiap pertemuannya adalah sebagai berikut:

1. Peneliti membuka pembelajaran dengan salam.
2. Peneliti mengajukan beberapa pertanyaan terkait materi minggu sebelumnya sebagai titik awal pemahaman peserta pada setiap pertemuan.
3. Pada pertemuan pertama, peneliti memperkenalkan papan aljabar kepada peserta didik dan menjelaskan penggunaannya. Peneliti kemudian memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengeksplorasi papan aljabar tersebut. Peserta didik mencoba mempraktekkan penggunaan papan aljabar seperti apa yang disampaikan guru dan mencoba-coba cara lain penggunaannya.
4. Peserta didik diminta mengerjakan dan mendiskusikan beberapa masalah pada lembar kegiatan peserta didik yang telah disiapkan dalam kelompok kecil.
5. Setelah selesai, peserta didik diminta merefleksi kembali masalah yang dikerjakan dan menjelaskan kembali proses yang mereka lakukan dalam memperoleh jawaban.
6. Peserta didik diminta menyimpulkan aktivitas pembelajaran pada pertemuan tersebut.

### c. Pembahasan

Pada pertemuan pertama, di mana peneliti memperkenalkan papan aljabar kepada peserta didik, peserta didik memberikan respon yang cukup positif. Ini ditunjukkan dari beberapa pertanyaan yang diajukan peserta didik mengenai papan aljabar yang ditampilkan. Gambar 2 menunjukkan peserta didik yang antusias mencoba fitur-fitur yang ada pada papan aljabar secara bergantian. Mereka juga mengajukan berbagai pertanyaan terkait penggunaan alat peraga tersebut dan langsung mencobakannya.



**Gambar 2. Siswa Mencoba Menggunakan Papan Aljabar**

Dalam menggunakan media tersebut peserta didik memerlukan waktu untuk memahami cara dan aturan penggunaannya. Namun, waktu yang diperlukan tergolong singkat meskipun tidak sekali lihat mereka langsung bisa mengerti.

Pada pertemuan-pertemuan selanjutnya, peserta didik sudah terlihat mahir dalam menggunakan alat peraga papan aljabar tersebut. Peserta didik juga mengikuti pembelajaran dengan tertib dan kondusif. Terlihat pada Gambar 3, peserta didik mengerjakan lembar kerja peserta didik yang telah dipersiapkan peneliti sebelumnya.

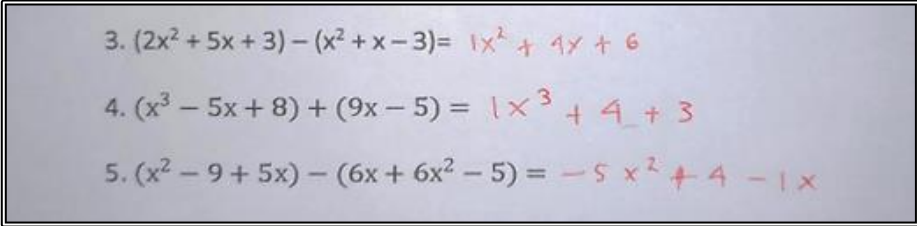


**Gambar 3. Peserta Didik Bekerja**

Selain menggunakan alat peraga untuk menjawab masalah pada lembar kerja peserta didik yang diberikan, beberapa peserta didik juga menggunakan papan aljabar ini untuk menjelaskan jawaban mereka atau langkah-langkah yang mereka lakukan untuk memperoleh jawaban kepada teman lainnya. Kegiatan tersebut menunjukkan fungsi alat peraga papan aljabar memiliki fungsi lain selain sebagai alat bantu menyelesaikan operasi hitung aljabar. Alat peraga ternyata memiliki manfaat yang baik dalam mempelajari topik aljabar ([Reinschlassel dkk., 2018](#)).

Alat peraga ini dinilai membantu peserta didik dalam memahami konsep operasi hitung aljabar. Peserta didik dapat membedakan variabel dengan pangkat yang berbeda, melakukan operasi bilangan dengan variabel atau variabel dengan pangkat yang sama, dan melakukan manipulasi aljabar untuk mendapatkan penyelesaian. Hasil tersebut selaras dengan penelitian ([Suliani, 2020](#)) yang menunjukkan bahwa penggunaan alat peraga dapat memberikan pengaruh pada pola pikir peserta didik dalam menerima materi yang disampaikan oleh guru, sehingga dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik. Selain itu, dengan bantuan alat peraga dapat mempertinggi kegiatan belajar peserta didik sehingga menghasilkan proses dan hasil belajar yang baik ([Larbi & Mavis, 2016](#); [LoVerde dkk., 2021](#); [Widjathi, 2021](#)).

Hasil tes akhir menunjukkan bahwa peserta didik bisa langsung menyelesaikan soal-soal yang diberikan dengan lancar atau dengan tanpa bantuan alat peraga papan aljabar. Gambar 4 dan Gambar 5 menunjukkan hasil pekerjaan peserta didik pada tes akhir. Pada Gambar 4, terlihat bahwa peserta didik masih menulis angka 1 di depan variabel pangkat dua maupun pangkat 3. Ketika ditanya bagaimana dia memperoleh jawaban tersebut, peserta didik menjelaskan bahwa yang dilakukannya adalah membayangkan menggunakan papan aljabar untuk memperoleh hasilnya. Angka satu tersebut diperoleh sebagai hasil dari operasi tersebut dan peserta didik merasa perlu menuliskannya kembali.


$$\begin{aligned} 3. (2x^2 + 5x + 3) - (x^2 + x - 3) &= 1x^2 + 4x + 6 \\ 4. (x^3 - 5x + 8) + (9x - 5) &= 1x^3 + 4x + 3 \\ 5. (x^2 - 9 + 5x) - (6x + 6x^2 - 5) &= -5x^2 + 4 - 1x \end{aligned}$$

**Gambar 4. Contoh Jawaban Peserta Didik 1**

Pada Gambar 5 terlihat bahwa peserta didik tidak lagi menuliskan angka satu di depan variabel pangkat dua dan pangkat tiga. Pada sesi wawancara, peserta didik menyatakan bahwa ada tidaknya tertulis angka satu di depan variabel pangkat dua dan pangkat tiga bukanlah masalah karena keberadaan variabel tersebut sudah menandakan bahwa ada satu dari variabelnya. Sedangkan pada jawaban nomor 5, peserta didik menyatakan bahwa sudah terbiasa menuliskan angka di depan variabel sehingga menuliskan angka satu di depan variabel  $x$  sebagai hasil operasi dari soal yang diberikan.

The image shows three algebraic problems solved on a whiteboard. The solutions are as follows:

$$3. (2x^2 + 5x + 3) - (x^2 + x - 3) = \cancel{x^2} + \cancel{4x} + \cancel{6} = x^2 + 4x + 6$$

$$4. (x^3 - 5x + 8) + (9x - 5) = x^3 + 4x + 3$$

$$5. (x^2 - 9 + 5x) - (6x + 6x^2 - 5) = -5x^2 - x - 4$$

Gambar 5. Contoh Jawaban Peserta Didik 2

Pemahaman peserta didik terhadap operasi himpunan terlihat lebih baik dari sebelumnya. Di setiap pertemuannya peserta didik belajar membedakan variabel yang ada, menentukan nilai dari variabel tersebut dengan menggunakan stik warna yang berbeda, menentukan nilai positif atau negatif dari hasil operasi yang dilakukan, dan menentukan hasil operasi dari dua ekspresi yang diberikan. Baik dengan mengubah posisi letak variabel dengan tidak mengurutkan berdasarkan pangkat tertinggi, peserta didik bisa membedakan dan menjelaskan langkah apa yang harus mereka lakukan selanjutnya. Di pertemuan pertama dan kedua, peserta didik seluruhnya masih bergantung pada alat peraga papan aljabar. Tetapi, di pertemuan selanjutnya sudah ada peserta didik yang bisa melakukan mental kalkulasi yaitu dengan membayangkan posisi variabel dan konstanta pada papan aljabar dalam pikiran dan melakukan kalkulasi.

Pada tes akhir sudah seluruh peserta didik tidak lagi menggunakan alat peraga papan aljabar untuk menyelesaikan masalah yang diberikan. Meskipun terlihat agak kaku, tidak berurutan, dan masih ada beberapa coret-coretan di sana sini, peserta didik dapat memberikan alasan dan tahapan penyelesaian soal yang mereka lakukan saat wawancara dengan peneliti. Beberapa peserta didik masih menggunakan kertas coretan untuk melakukan operasi hitung tersebut. Ketika aljabar diperkenalkan kepada peserta didik sekolah menengah, mereka membutuhkan *link* atau penghubung antara konkret dan abstrak. Alat peraga menjadi penghubungnya (Bruins, 2014). Penggunaan papan aljabar dalam pembelajaran matematika terbukti lebih baik dari pembelajaran konvensional dengan papan dan spidol (Udeh, Edeoga, & Okpube, 2019; Puspitasari dkk., 2020). Selain itu, kesulitan-kesulitan peserta didik dalam menyelesaikan soal yang melibatkan aljabar dapat dikurangi dengan memberikan dorongan dan motivasi agar peserta didik giat belajar (At Taufiq & Basuki, 2022).

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil bahwa alat peraga papan aljabar merupakan salah satu alat yang bisa digunakan untuk meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap operasi hitung aljabar. Alat peraga ini juga sebagian besar dijadikan sebagai alat kalkulasi untuk memudahkan peserta didik dalam menyelesaikan soal operasi hitung aljabar. Di sisi lain, pada suatu kesempatan peserta didik menggunakan alat peraga papan



aljabar sebagai media presentasi atau alat untuk mengkomunikasikan idenya kepada teman lain dengan cara yang lebih jelas dan dapat dipahami semua peserta didik.

Penggunaan alat peraga dalam pembelajaran matematika bisa coba digunakan untuk topik lainnya. Jumlah peserta didik yang terlibat juga bisa tingkatkan dan dirancang serangkaian aktivitas yang berkelanjutan. Selain itu, guru juga bisa merancang dan mengimplementasikan pendekatan atau metode atau teknik sebagai landasan atau lingkungan dalam pembelajaran matematika di mana peserta didik dapat meningkatkan pemahaman mereka terhadap materi matematika.

## DAFTAR PUSTAKA

- [Abrar, A. I. P. \(2018\). Kesulitan Siswa SMP Belajar Konsep dan Prinsip dalam Matematika. \*Al-Khwarizmi: Jurnal Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam\*, 2\(1\), 59 – 68.](#)
- [Afifaturrohaniyyah, N., & Malasari, P. N. \(2021\). Problematika Guru dalam Mengajar Materi Aljabar di Era Pandemi Coronavirus Disease 2019 \(Covid-19\). \*Jurnal Pendidikan Matematika \(Kudus\)\*, 4\(1\), 43-52.](#)
- [At Taufiq, D. A. T., & Basuki, B. \(2022\). Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa SMP pada Materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel. \*Plusminus: Jurnal Pendidikan Matematika\*, 2\(2\), 303 – 314.](#)
- [Azizah, J., & Sarumaha, Y. \(2022\). Penggunaan Media Pembelajaran dalam Membantu Meningkatkan Pemahaman Siswa terhadap Persamaan Linier Satu Variabel. \*Lebesgue: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika, Statistika\*, 3\(2\), 397 – 405.](#)
- [Benson, I., Marriott, N., & Mccandliss, B. \(2021\). Engaging Algebra Early through Manipulatives: reappraising Cuisinaire-Gattegno Rods. \*Engaging Algebra Early\*, 1 – 30.](#)
- [Bruins, B. E. \(2014\). \*Encompass The Effectiveness Of Manipulatives In A High School Algebra II Class\*.](#)
- [Dougherty, S. M., Goodman, J. S., Hill, D. V., Litke, E. G., & Page, L. C. \(2015\). Middle School Math Acceleration and Equitable Access to Eighth-Grade Algebra: Evidence From the Wake County Public School System. \*Educational Evaluation and Policy Analysis\*, 37\(1\), 80 – 101.](#)
- [Freudenthal, H., & Reidel, D. \(1983\). \*Didactical Phenomenology of Mathematical Structures\*.](#)
- [Hany, B. A., & Setyaningsih, N. \(2021\). The Influence of Learning Media, Learning Motivation and Mathematics Communication on Mathematics Learning Outcomes. \*Journal of Mathematics and Mathematics Education\*, 11\(2\), 50.](#)
- [Herliana, T., Supriadi, N., & Widyastuti, R. \(2021\). Kemampuan Pemahaman Konsep dan Komunikasi Matematis: Pengaruh Model Pembelajaran Children Learning in Science \(CLIS\) Berbantuan Alat Peraga Edukatif. \*Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika\*, 5\(3\), 3028 – 3037.](#)

- Isnaniah., & Imamuddin, M. (2020). Students' Understanding of Mathematical Concepts Using Manipulative Learning Media in Elementary Schools. *Journal of Physics: Conference Series*, *1471*(1), 1 – 7.
- Kaput, J. J., & Blanton, M. (2005). Characterizing a classroom practice that promotes algebraic reasoning. *Journal for Research in Mathematics Education*, *36*(5), 412.
- Larbi, E., & Mavis, O. (2016). The Use of Manipulatives in Mathematics Instruction | LD OnLine. *Journal of Education and Practice*, *7*(36), 53 – 61.
- LoVerde, J. A., Kerber, C., Kisch, T., Miller, B., Jenkins, S., & Shropshire, M. (2021). Comparison of lecture and manipulative teaching methods on learning and application to practice. *Nursing Forum*, *56*(3), 520 – 528.
- Maulida, N., Mulyanti, Y., & Lukman, H. (2022). Pengembangan Alat Peraga Papan Aljabar terhadap Kemampuan Pemahaman Konsep Matematika. *Jurnal PEKA*, *5*(2), 70 – 78.
- Nurlitaningsih, R., & Sarumaha, Y. (2022). Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran Berbasis Presentasi terhadap Pemahaman Konsep Matematika Siswa Kelas VIII Sekolah Menengah Pertama (SMP). *Jurnal Sosial Sains*, *2*(1), 135 – 148.
- Prambudi, E. Y., & Yunianta, T. N. H. (2020). Pengembangan Media Bus Race Algebra Pada Materi Bentuk Aljabar untuk Siswa Kelas VII SMP. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, *4*(1), 8 – 22.
- Puspitasari, Y., Noervadila, I., & Fatimah, S. (2020). Pengaruh Penggunaan Alat Peraga Papan Persamaan Linier Satu Variabel (PLSV) terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Sistem Persamaan Linier Satu Variabel di SMPN 2 Panji Tahun Pelajaran 2019/2020. *Jurnal IKA PGSD (Ikatan Alumni PGSD) UNARS*, *8*(1), 1-11.
- Rahmawati, K. D., & Astuti, D. (2022). Kemampuan Penalaran Matematis Siswa SMA pada Materi Pertidaksamaan Dua Variabel. *Plusminus: Jurnal Pendidikan Matematika*, *2*(2), 187 – 200.
- Rege, M., Hanselman, P., Solli, I. F., Dweck, C. S., Ludvigsen, S., Bettinger, E., ... & Yeager, D. S. (2021). How can we inspire nations of learners? An investigation of growth mindset and challenge-seeking in two countries. *American Psychologist*, *76*(5), 755.
- Reinschlassel, A., Alexandrovsky, D., Doering, T., Kraft, A., Braukmuller, M., Janen, T., Reid, D., Vallejo, E., Bikner-Ahsbahs, A., & Malaka, R. (2018). Multimodal algebra learning: from math manipulatives to tangible user interfaces. *I-Com*, *17*(3), 201 – 209.
- Sarumaha, Y. A. (2016). Perubahan Pembelajaran yang Berpusat pada Guru ke Berpusat pada Siswa. *Intersections*, *1*(1), 1 – 10.
- Suharjana, A. (2009). Pemanfaatan Alat Peraga Sebagai Media Pembelajaran Matematika. *Yogyakarta: PPPPTK Matematika*.
- Suliani, M. (2020). Persepsi Siswa terhadap Penggunaan Alat Peraga dalam Pembelajaran Matematika. *SJME (Supremum Journal of Mathematics Education)*, *4*(1), 92-100.

- 
- [Udeh, I. J., Edeoga, B. O., & Okpube, N. M. \(2019\). Effects of algebraic board game on secondary school student' s interest and achievement in algebraic expressions. \*Academic Journal of Statistic and mathematics\*, 5\(7\), 9-19.](#)
- [Ulyani, O., & Qohar, A. \(2021\). Development of manipulative media to improve students' motivation and learning outcomes on the trigonometry topic. \*AIP Conference Proceedings\*, 2330\(March\).](#)
- [Widjathi, S. S. \(2021\). Penggunaan alat peraga untuk meningkatkan aktivitas dan prestasi belajar siswa kelas VII MTs. Nw Mataram materi pokok himpunan. \*Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Indonesia \(JPPI\)\*, 1\(1\), 30 – 48.](#)
- [Zaneta, V. \(2022\). Media Game Online Ular Tangga Perkalian Bilangan Asli Dengan Pendekatan RME Kelas III SD. \*Plusminus: Jurnal Pendidikan Matematika\*, 2\(2\), 177 – 186.](#)

**BIOGRAFI PENULIS****Yenny Anggreini Sarumaha, M.Sc.**

Lahir di Padang, pada tanggal 22 Januari 1988. Staf pengajar di Universitas Cokroaminoto Yogyakarta. Studi S1 Pendidikan Matematika Universitas Negeri Padang, Padang, lulus tahun 2009; Studi S2 Pendidikan Matematika Universitas Sriwijaya – Utrecht University, Palembang - Utrecht, lulus tahun 2012.

**Ayu Kurniasih**

Lahir di Tangerang, pada tanggal 6 Juli 2001. Saat ini masih menjadi mahasiswa S1 Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Cokroaminoto Yogyakarta.