LATTICE MULTIPLICATION DALAM SEJARAH MATEMATIKA ISLAM DAN RELEVANSINYA BAGI PEMBELAJARAN PERKALIAN DI SD/MI

Aufanisa Solikhah, Kharisma Dwi Ariani, Talitha Fadilla Ihsani, Dinar Ayu Hardiani, Aryadi Nursantoso
Universitas Sains Al-Qur'an, Wonosobo
aryadi@unsiq.ac.id

Abstract

Lattice Multiplication is a multiplication algorithm that uses a grid representation to organize partial products according to place value. Although the method has been used as an alternative strategy for teaching multiplication, limited studies have connected its historical development, particularly within the Islamic mathematical tradition, with its relevance to elementary mathematics education. This study aims to examine the historical development of Lattice Multiplication, identify its position within the Islamic mathematical tradition, and synthesize its relevance to multiplication learning in elementary and Islamic elementary schools. The study employs a qualitative historical-critical approach through document analysis and literature synthesis. The sources include works on the history of mathematics, studies of arithmetic development in the Islamic mathematical tradition, research on Lattice Multiplication, and international literature on the role of the history of mathematics in mathematics education. Data were analyzed through source identification, historical criticism of attribution and context, thematic analysis, and conceptual synthesis connecting historical development, mathematical structure, and pedagogical characteristics. The findings indicate that Lattice Multiplication should not be attributed simplistically to a single mathematician or civilization, but should instead be understood as part of the cross-cultural development of arithmetic algorithms. Within the Islamic mathematical tradition, grid-based calculation techniques are associated with the development of arithmetic documented in mathematical works such as al-Kāshī's Miftāḥ al-Ḥisāb. From a pedagogical perspective, the lattice structure provides a visual, systematic, and decomposed representation of multi-digit multiplication through partial products and diagonal summation. These characteristics indicate that Lattice Multiplication is relevant as an alternative or complementary representation to the standard long multiplication algorithm in elementary education, particularly for clarifying place value and organizing partial products. This study does not claim empirical effectiveness of the lattice method; rather, it provides a historical and conceptual foundation for further research on its application in mathematics learning.

Keywords: *Lattice Multiplication, history of mathematics, Islamic mathematics, multiplication learning, elementary education*

Abstrak

Lattice Multiplication merupakan salah satu algoritma perkalian yang menggunakan representasi kisi untuk mengorganisasi hasil perkalian parsial berdasarkan nilai tempat. Meskipun metode ini banyak digunakan sebagai alternatif dalam pembelajaran perkalian, kajian yang menghubungkan perkembangan historisnya, khususnya dalam tradisi matematika Islam, dengan relevansinya bagi pembelajaran matematika sekolah dasar masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perkembangan *Lattice Multiplication* dalam sejarah perhitungan matematika, mengidentifikasi posisinya dalam tradisi matematika Islam, serta mensintesis relevansinya bagi pembelajaran perkalian di SD/MI. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif historis-kritis melalui analisis dokumen dan sintesis literatur. Sumber penelitian meliputi literatur sejarah matematika, kajian mengenai perkembangan aritmetika dalam tradisi Islam, penelitian tentang *Lattice Multiplication*, serta literatur internasional mengenai sejarah matematika dalam pendidikan. Analisis dilakukan melalui identifikasi sumber, kritik historis terhadap atribusi dan konteks penggunaan metode, analisis tematik, serta sintesis antara perkembangan historis, struktur matematis, dan karakteristik pedagogis. Hasil kajian menunjukkan bahwa Lattice Multiplication tidak tepat diposisikan sebagai penemuan satu tokoh atau satu peradaban, tetapi sebagai bagian dari perkembangan algoritma aritmetika yang berlangsung lintas tradisi. Dalam tradisi matematika Islam, teknik perhitungan berbasis kisi memiliki keterkaitan dengan perkembangan aritmetika yang terdokumentasi dalam karya-karya matematikawan seperti al-Kāshī. Secara pedagogis, struktur lattice memiliki karakteristik visual, sistematis, dan terurai yang memungkinkan perkalian multi-digit direpresentasikan melalui hasil kali parsial dan penjumlahan diagonal. Karakteristik tersebut menunjukkan relevansi lattice sebagai alternatif atau pelengkap algoritma perkalian bersusun di SD/MI, terutama untuk memperjelas hubungan nilai tempat dan organisasi hasil perkalian. Penelitian ini tidak mengklaim efektivitas empiris metode lattice, tetapi menghasilkan landasan historis dan konseptual bagi pengembangan penelitian pembelajaran selanjutnya.

Kata kunci: *Lattice Multiplication*, sejarah matematika, matematika Islam, pembelajara perkalian, SD/MI

A. PENDAHULUAN

Matematika pada jenjang pendidikan dasar tidak hanya berfungsi sebagai sarana mengembangkan kemampuan berhitung, tetapi juga menjadi dasar bagi pembentukan kemampuan berpikir logis, penalaran, representasi, dan pemecahan masalah.[1] Salah satu materi fundamental yang mendukung perkembangan kemampuan tersebut adalah operasi perkalian. Penguasaan perkalian menjadi prasyarat bagi berbagai materi matematika selanjutnya, tetapi proses pembelajarannya masih menghadapi tantangan ketika peserta didik berhadapan dengan perkalian bilangan multidigit. Persoalan yang muncul tidak hanya berkaitan dengan kemampuan mengingat fakta perkalian, tetapi juga dengan pengorganisasian hasil perkalian parsial, pemahaman nilai tempat, serta ketelitian dalam mengikuti prosedur perhitungan.[2]

Algoritma perkalian bersusun merupakan salah satu prosedur yang paling umum digunakan dalam pembelajaran sekolah dasar. Algoritma tersebut efisien dan menjadi bagian penting dari kompetensi berhitung, tetapi bagi sebagian peserta didik prosesnya dapat bersifat prosedural dan kurang memberikan gambaran visual mengenai hubungan antara setiap digit yang dikalikan. Kondisi tersebut mendorong berkembangnya berbagai representasi alternatif dalam pembelajaran perkalian, salah satunya *Lattice Multiplication*. Penggunaan metode *lattice* menghasilkan perbedaan capaian perkalian dibandingkan pembelajaran konvensional pada peserta didik sekolah dasar.[3] Penelitian Moreno dan Susada juga menemukan perbedaan yang signifikan pada kemampuan perkalian peserta didik kelas IV setelah penggunaan metode *lattice* dibandingkan metode perkalian tradisional.[4] Perkalian model kisi dapat membantu peserta didik

[1] Torres-Peña, R. C., Peña-González, D., Lara-Orozco, J. L., Ariza, E. A., & Vergara, D. (2025). Enhancing Numerical Thinking Through Problem Solving: A Teaching Experience for Third-Grade Mathematics. Education Sciences, 15(6), 667. https://doi.org/10.3390/ educsci15060667

[2] Hong Duyen, N. T., & Loc, N. P. (2022). Developing primary students' understanding of mathematics through mathematization: A case of teaching the multiplication of two natural numbers. European Journal of Educational Research, 11(1), 1- 16. https://doi.org/10.12973/eu-jer.11.1.1

[3] Elda Kristesia, Suriansyah, A., Harsono, A. M. B., Putra, E. C. S., & Mubarok, M. (2025). The Mastery of Basic Multiplication and Division Skills and Its Impact on Students' Mathematics Achievement. AMPLITUDO: Journal of Science and Technology Innovation, 4(1), 26–30.

[4] Crezel Jane F. Moreno, & Susada, B. L. (2024). Utilizing the lattice method to enhance multiplication automaticity in Grade 4 Pupils. *Davao Research Journal*, *15*(3), 122-132. https://doi.org/10.59120/drj.v15i3.258

mengorganisasi proses perkalian dan mengurangi kesalahan dalam pencatatan maupun penjumlahan.[5]

Temuan tersebut menunjukkan bahwa *Lattice Multiplication* telah memperoleh perhatian sebagai strategi alternatif dalam pembelajaran perkalian. Akan tetapi, sebagian besar penelitian mengenai *lattice* berorientasi pada pertanyaan empiris mengenai hasil belajar, kemampuan berhitung, atau efektivitas metode. Orientasi tersebut meninggalkan pertanyaan yang berbeda tetapi penting, yaitu bagaimana algoritma *lattice* berkembang secara historis dan bagaimana karakteristik matematisnya dapat dipahami dalam kaitannya dengan sejarah perkembangan algoritma aritmetika. Pertanyaan tersebut menjadi penting karena suatu algoritma matematika tidak hanya merupakan prosedur teknis, tetapi juga merupakan hasil perkembangan pengetahuan yang berlangsung dalam konteks budaya dan intelektual tertentu.

Kajian sejarah matematika dalam pendidikan memberikan dasar teoritis bagi pengembangan perspektif tersebut. Chorlay, Clark, dan Tzanakis menjelaskan bahwa hubungan antara sejarah matematika dan pendidikan matematika telah berkembang menjadi bidang penelitian interdisipliner yang mencakup penggunaan sumber sejarah, pengembangan bahan pembelajaran, serta kajian terhadap hubungan perkembangan historis dengan proses belajar matematika.[6] Kajian tersebut juga menunjukkan bahwa sejarah matematika dapat digunakan untuk memperlihatkan matematika sebagai aktivitas manusia yang berkembang, bukan hanya sebagai kumpulan konsep dan prosedur yang telah selesai. Furinghetti menegaskan pentingnya hubungan antara sejarah dan epistemologi matematika dalam memahami bagaimana pengetahuan matematika dikonstruksi dan dipahami dalam pendidikan.[7]

Perspektif historis tersebut menjadi semakin penting ketika dikaitkan dengan

[5] Anna Ethelwyn Baccaglini-Frank, Silvia Funghi, Mirko Maracci, Alessandro Ramploud, Learning about multiplication by comparing algorithms: "One times one, but actually they are ten times ten", The Journal of Mathematical Behavior, Volume 70, 2023, 101024, ISSN 0732-3123, https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2022.101024.

[6] Renaud Chorlay, Kathleen Michelle Clark, Constantinos Tzanakis. History of mathematics in mathematics education: Recent developments in the field. Mathematics Education (2022) 54:1407–1420 https://doi.org/10.1007/s11858-022-01442-7

[7] Furinghetti, F. (2020). Rethinking history and epistemology in mathematics education*. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, *51*(6), 967–994. https://doi.org/10.1080/0020739X.2019.1565454

perkembangan matematika dalam peradaban Islam. Tradisi matematika Islam memberikan kontribusi yang luas terhadap perkembangan aritmetika, aljabar, geometri, astronomi, serta teknik-teknik perhitungan. Dalam konteks ini, sejarah matematika Islam tidak cukup dipahami melalui tokoh-tokoh tertentu saja, tetapi perlu ditempatkan dalam jaringan transmisi, pengembangan, dan penggunaan pengetahuan matematis yang berlangsung selama berabad-abad. Salah satu karya penting dalam tradisi tersebut adalah *Miftāḥ al-Ḥisāb* karya Jamshīd al-Kāshī yang diselesaikan pada 1427. Karya tersebut merupakan teks komprehensif mengenai aritmetika dan memuat berbagai teknik perhitungan. Edisi terjemahan dan komentar Aydin dan Hammoudi menyediakan akses terhadap manuskrip dan terjemahan lengkap karya tersebut sehingga menjadi sumber penting bagi kajian sejarah aritmetika Islam.[8]

Pembahasan mengenai sejarah *Lattice Multiplication* memerlukan kehati-hatian dalam atribusi. *Lattice Multiplication* tidak dapat begitu saja disebut sebagai metode yang ditemukan oleh Al-Khwarizmi. Al-Khwarizmi memang mempunyai kedudukan fundamental dalam sejarah aritmetika dan perkembangan tradisi algoritmik, tetapi atribusi terhadap metode *lattice* secara khusus memerlukan bukti historis yang berbeda.[9] Oleh karena itu, penelitian ini tidak berusaha menetapkan seorang penemu tunggal, melainkan menempatkan *Lattice Multiplication* dalam perkembangan teknik perhitungan yang berlangsung lintas tradisi, dengan perhatian khusus terhadap jejaknya dalam tradisi matematika Islam.

Kesenjangan penelitian kemudian muncul pada pertemuan tiga ranah tersebut. Pertama, penelitian tentang *Lattice Multiplication* lebih banyak menilai penerapan dan hasil belajar daripada membahas posisi historis algoritmanya. Kedua, penelitian sejarah matematika dalam pendidikan telah berkembang cukup kuat, tetapi objek kajiannya lebih sering berupa konsep, sumber historis, tokoh, atau penggunaan sejarah secara umum dalam pembelajaran. Ketiga, kajian sejarah matematika Islam banyak membahas perkembangan ilmu, manuskrip, tokoh, dan institusi, tetapi belum banyak menghubungkan algoritma aritmetika

[8] Yavuz Aydin dan Salim Hammoudi, Al-Kāshī's Miftāḥ al-Ḥisāb, Volume I: Arithmetic: Translation and Commentary (Cham: Birkhäuser/Springer, 2019), DOI: 10.1007/978-3-030-14950-5.

[9] Rahmawati, L. T., Munjidah, M., Khoirunnisa, F., Sari, P. A. E., & Lailia, S. N. (2021). Matematika dalam era keemasan islam: kontribusi al-khwarizmi, al-biruni, dan omar khayyam. *Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya*.

tertentu dengan kebutuhan pembelajaran perkalian di tingkat SD/MI. Dengan demikian, masih terdapat ruang penelitian untuk menghubungkan sejarah perkembangan *Lattice Multiplication*, tradisi matematika Islam, dan relevansinya bagi pembelajaran perkalian dasar.

Kebaruan penelitian ini terletak pada sintesis historis-pedagogis tersebut. Penelitian tidak memosisikan lattice sebagai metode baru atau menguji kembali efektivitasnya, tetapi merekonstruksi posisi algoritma tersebut dalam perkembangan sejarah perhitungan, mengidentifikasi karakteristik matematisnya, kemudian menghubungkannya dengan literatur sejarah matematika dalam pendidikan dan penelitian mengenai pembelajaran perkalian. Pendekatan tersebut sekaligus memberikan koreksi historiografis terhadap kecenderungan atribusi sederhana kepada tokoh tertentu dan menawarkan cara pandang yang lebih kontekstual terhadap kontribusi tradisi matematika Islam.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif historis-kritis melalui analisis dokumen dan sintesis literatur. Sumber yang dianalisis meliputi karya sejarah matematika dan aritmetika Islam, kajian terhadap manuskrip dan karya matematikawan Islam, penelitian empiris tentang *Lattice Multiplication*, serta artikel internasional mengenai sejarah matematika dalam pendidikan. Analisis dilakukan melalui identifikasi sumber, kritik terhadap konteks dan atribusi historis, pengelompokan tema, dan sintesis konseptual antara perkembangan sejarah, struktur matematis, dan relevansi pedagogis. Pendekatan ini dipilih karena penelitian tidak bertujuan menguji efektivitas *Lattice Multiplication* pada peserta didik, melainkan menghasilkan argumentasi historis dan konseptual yang dapat menjadi dasar penelitian pembelajaran berikutnya.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif historis-kritis melalui analisis dokumen dan sintesis literatur. Sumber dianalisis dari tiga kelompok, yaitu sumber sejarah matematika dan aritmetika Islam, penelitian tentang Lattice Multiplication, serta literatur internasional mengenai sejarah matematika dalam pendidikan. Analisis dilakukan melalui identifikasi sumber, kritik terhadap atribusi dan konteks historis, analisis tematik, dan sintesis konseptual. Validitas interpretasi diperkuat melalui triangulasi antarsumber historis, matematis, dan pendidikan. Pertanyaan penelitian yang dijawab adalah: (1) bagaimana perkembangan Lattice Multiplication dalam sejarah perhitungan

matematika dan bagaimana posisinya dalam tradisi matematika Islam; (2) bagaimana karakteristik matematis dan prosedural Lattice Multiplication dapat dipahami dalam kaitannya dengan pembelajaran operasi perkalian; dan (3) bagaimana relevansi Lattice Multiplication dalam tradisi matematika Islam dapat dikembangkan sebagai alternatif pembelajaran perkalian di SD/MI berdasarkan kajian pendidikan matematika?

B. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. *Lattice Multiplication* dalam Perkembangan Sejarah Perhitungan

Hasil penelusuran historis menunjukkan bahwa teknik perkalian berbasis kisi perlu ditempatkan dalam sejarah perkembangan algoritma aritmetika yang bersifat lintas budaya. Bentuk-bentuk algoritma perkalian tidak berkembang hanya melalui satu jalur. Perubahan dari teknik berbasis manipulasi konkret menuju algoritma tertulis melibatkan kebutuhan untuk mengorganisasi nilai tempat, menyimpan hasil antara, dan mengurangi beban kognitif ketika bilangan yang dihitung semakin kompleks. Dengan perspektif tersebut, lattice lebih tepat dipahami sebagai salah satu bentuk organisasi algoritmik hasil kali parsial daripada sebagai metode milik satu tokoh.

Secara struktural, *lattice* menggunakan sebuah kisi yang disesuaikan dengan banyaknya digit pada kedua faktor. Setiap sel merepresentasikan perkalian satu digit dari faktor pertama dengan satu digit dari faktor kedua. Sel kemudian dibagi oleh diagonal sehingga hasil perkalian dapat dipisahkan ke dalam nilai puluhan dan satuan, atau digit pada tempat yang relevan. Setelah semua hasil kali parsial ditempatkan, digit pada jalur diagonal dijumlahkan dari kanan ke kiri. Struktur ini menunjukkan bahwa algoritma tersebut pada dasarnya mengimplementasikan prinsip distributif dan nilai tempat dalam bentuk visual.

Sejarah metode ini juga memperlihatkan pentingnya istilah dan translasi. Dalam literatur, metode tersebut dapat disebut *lattice multiplication*, *lattice method*, *gelosia multiplication*, atau istilah lain yang merujuk pada penggunaan kisi atau pola diagonal. Perbedaan istilah tidak selalu berarti perbedaan algoritma secara substantif. Analisis historis perlu membandingkan prosedur dan sumber, bukan hanya nama metode. Pendekatan semacam ini sejalan dengan pandangan HPM bahwa sejarah matematika harus diperlakukan sebagai pengetahuan yang memiliki konteks dan

tidak sekadar digunakan sebagai ornamen pembelajaran.[10] [11] [12]

Kehati-hatian historiografis juga diperlukan dalam membahas asal-usulnya. Literatur populer sering menyederhanakan sejarah algoritma dengan mengaitkannya pada satu ilmuwan atau satu kebudayaan. Penyederhanaan semacam itu berisiko menghilangkan proses transmisi dan transformasi pengetahuan. Dalam artikel ini, klaim yang tidak memiliki dukungan sumber primer atau edisi kritis tidak digunakan sebagai dasar atribusi. Dengan demikian, posisi al-Khwarizmi dibahas sebagai bagian penting dari sejarah aritmetika dan algoritmisasi, tetapi tidak sebagai penemu *lattice.*

2. *Lattice Multiplication* dalam Tradisi Matematika Islam

Tradisi matematika Islam berkembang melalui proses penerjemahan, pengembangan, dan penyebaran pengetahuan matematika dari berbagai wilayah. Kajian Berggren menunjukkan bahwa sejarah matematika dalam dunia Islam mencakup beragam tradisi dan karya, sehingga istilah matematika Islam sebaiknya dipahami sebagai ekosistem intelektual yang luas, bukan sebagai produk satu pusat kebudayaan.[13] Abdeljaouad juga menunjukkan bahwa sejarah pengajaran matematika di negara-negara Arab memiliki persoalan transmisi, kurikulum, dan perubahan bentuk pengetahuan yang kompleks.[14] Perspektif ini mendukung penggunaan istilah tradisi matematika Islam secara hati-hati.

Salah satu karya penting adalah Miftāḥ al-Ḥisāb karya Jamshīd al-Kāshī. Karya tersebut merupakan sumber utama untuk memahami praktik aritmetika yang berkembang pada awal abad ke-15. Aydin dan Hammoudi menyediakan terjemahan dan komentar yang membantu pembaca modern menelaah struktur perhitungan yang terdapat dalam karya tersebut.[15] Dalam kajian tentang

[10] Fulvia Furinghetti, "Rethinking history and epistemology in mathematics education," International Journal of Mathematical Education in Science and Technology 51, no. 6 (2020): 967–994, DOI: 10.1080/0020739X.2019.1565454

[11] Évelyne Barbin, "On the Role and Scope of Historical Knowledge in Using the History of Mathematics in Education," ZDM–Mathematics Education 54, no. 7 (2022): 1597–1611

[12] Sophie Chorlay, Kathleen Clark, dan Constantinos Tzanakis, "History of mathematics in mathematics education: Recent developments in the field," ZDM–Mathematics Education 54 (2022): 1407–1420, DOI: 10.1007/s11858-022-01442-7

[13] J. L. Berggren, "History of Mathematics in the Islamic World: The Present State of the Art," Review of Middle East Studies 19, no. 1 (1985): 9–33, DOI: 10.1017/S0026318400014796

[14] Mahdi Abdeljaouad, "Issues in the History of Mathematics Teaching in Arab Countries," Paedagogica Historica 42, no. 4–5 (2006): 629–664, DOI: 10.1080/00309230600806930

[15] Yavuz Aydin dan Salim Hammoudi, *Loc. Cit.*

lattice, karya al-Kāshī relevan terutama karena menunjukkan bagaimana aritmetika tertulis dapat diorganisasi secara sistematis. Kesesuaian tersebut tidak boleh diubah menjadi klaim bahwa seluruh bentuk *lattice* modern identik dengan prosedur dalam karya al-Kāshī.

Kontribusi tradisi matematika Islam dalam artikel ini dipahami pada dua tingkat. Pertama, tradisi tersebut merupakan bagian penting dari sejarah pengembangan teknik aritmetika tertulis. Kedua, tradisi tersebut menyediakan konteks epistemologis bahwa prosedur hitung dapat dipandang sebagai objek pengetahuan yang dapat ditransmisikan, dikembangkan, dan diajarkan. Konteks ini penting bagi pendidikan karena peserta didik dapat diperkenalkan pada matematika sebagai hasil aktivitas manusia dalam menyelesaikan masalah, bukan sebagai kumpulan aturan yang muncul tanpa sejarah.

Pembahasan ini sekaligus menegaskan batas interpretasi. Bukti historis yang menunjukkan penggunaan atau pengembangan teknik tertentu dalam tradisi Islam tidak otomatis berarti teknik tersebut berasal secara eksklusif dari dunia Islam. Sebaliknya, sejarah matematika menunjukkan adanya pertukaran lintas wilayah. Oleh sebab itu, *Lattice Multiplication* dalam artikel ini ditempatkan sebagai bagian dari sejarah global aritmetika, dengan tradisi matematika Islam sebagai salah satu konteks penting yang membantu menjelaskan perkembangan dan transmisi teknik perhitungan.

3. Struktur Matematis dan Karakteristik Prosedural *Lattice Multiplication*

Secara matematis, *lattice* dapat dijelaskan melalui prinsip distributif. Misalkan bilangan pertama A memiliki digit a_i dan bilangan kedua B memiliki digit b_j. Hasil perkalian AB dapat dipandang sebagai penjumlahan seluruh hasil kali parsial a_i b_j yang ditempatkan sesuai bobot nilai tempatnya. *Lattice* membuat seluruh hasil kali parsial tersebut terlihat secara eksplisit. Dengan demikian, algoritma tidak menciptakan operasi matematika baru; ia memberikan cara berbeda untuk merepresentasikan dan mengorganisasi operasi yang sama.

Sebagai contoh, untuk menghitung 23 × 14, kisi dua kali dua dapat digunakan. Sel pertama memuat 2 × 1, sel berikutnya 3 × 1, kemudian 2 × 4 dan 3 × 4. Setiap hasil ditulis dalam dua bagian sesuai nilai tempat. Setelah seluruh sel terisi, bagian diagonal dijumlahkan sehingga menghasilkan 322. Prosedur tersebut memperlihatkan hubungan antara perkalian digit, hasil kali parsial, dan

penjumlahan berdasarkan nilai tempat. Karena setiap pasangan digit memperoleh ruang tersendiri, risiko mencampurkan hasil parsial dapat dikurangi secara visual.

Karakteristik pertama *lattice* adalah visualisasi. Grid memberikan struktur ruang yang memungkinkan peserta didik melihat lokasi setiap hasil kali. Karakteristik kedua adalah dekomposisi, karena perkalian multi-digit dipecah menjadi serangkaian perkalian satu digit. Karakteristik ketiga adalah keteraturan prosedural, karena pengisian sel dan penjumlahan diagonal mengikuti urutan yang relatif tetap. Ketiga karakteristik tersebut memiliki relevansi dengan pembelajaran yang menekankan representasi dan penalaran, bukan sekadar jawaban akhir.

Visualisasi tidak otomatis berarti pemahaman konseptual, peserta didik tetap perlu memahami mengapa digit hasil perkalian dipisahkan, mengapa diagonal memiliki makna nilai tempat tertentu, dan mengapa penjumlahan diagonal menghasilkan jawaban yang benar. Jika *lattice* diajarkan hanya sebagai pola kotak, peserta didik dapat mengganti hafalan algoritma bersusun dengan hafalan prosedur baru tanpa memperoleh pemahaman yang lebih baik. Karena itu, *lattice* sebaiknya diposisikan sebagai representasi yang dihubungkan dengan konsep nilai tempat dan sifat distributif.

Temuan penelitian empiris yang tersedia memberikan alasan untuk mempertimbangkan karakteristik tersebut. Rebekawati menemukan perbedaan capaian pada penggunaan lattice dibanding metode pembanding, sedangkan Moreno dan Susada melaporkan hasil pascates yang lebih tinggi pada kelompok lattice.[16] [17] Penelitian Abdulai juga menunjukkan peningkatan skor setelah intervensi.[18] Namun, karena penelitian ini bukan penelitian eksperimen, temuan-temuan tersebut digunakan sebagai bukti pendukung dari literatur, bukan sebagai bukti efektivitas yang dihasilkan oleh penelitian ini.

Untuk memperjelas struktur matematis dan karakteristik prosedural tersebut, Lattice Multiplication dapat ditunjukkan melalui

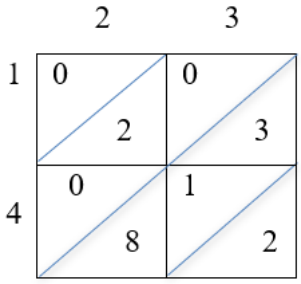
[16] Anita Rebekawati, "The Effect of Using Lattice Method on Multiplication Achievement among Elementary Students," Proceedings of AISTEEL 2017, DOI: 10.2991/aisteel-17.2017.94

[17] . Crezel Jane F. Moreno dan Bryan L. Susada, "Utilizing the lattice method to enhance multiplication automaticity in Grade 4 Pupils," Davao Research Journal 15, no. 3 (2024): 122–132, DOI: 10.59120/drj.v15i3.258

[18] Nashiru Abdulai, "Using the Lattice Method to help Basic Six (6) Pupils of Zogbeli Primary School in Ghana to understand the Concept of Multiplying Multi-digit Multiplicands," E-Journal of Humanities, Arts and Social Sciences 5, no. 2 (2024): 160–174, DOI: 10.38159/ehass.2024528

contoh perkalian dua bilangan multi-digit. Pada perhitungan 23 × 14, setiap digit pada bilangan 23 dipasangkan dengan setiap digit pada bilangan 14 sehingga diperoleh hasil perkalian parsial. Hasil setiap perkalian ditempatkan dalam sel kisi dan dipisahkan menjadi nilai puluhan dan satuan.

Contoh Perhitungan 23 × 14



Perkalian pada setiap sel menghasilkan: 1 × 2 = 02, 1 × 3 = 03, 4 × 2 = 08, dan 4 × 3 = 12. Angka-angka kemudian dijumlahkan berdasarkan diagonal. Dari kanan ke kiri diperoleh **2**; 3 + 1 + 8 = 12; yang ditulis satuannya yaitu 2 dan disimpan 1; 0 + 2 + 0 = **2**, kemudian ditambahkan dengan simpanan angka 1 sehingga diperoleh **3** dan diagonal terakhir bernilai 0. Dengan demikian, 23 × 14 = 322.

Contoh tersebut memperlihatkan bahwa proses perkalian tidak dilakukan sebagai satu rangkaian operasi yang padat, tetapi diuraikan menjadi hasil kali satu digit yang kemudian diorganisasi berdasarkan nilai tempat. Representasi ini membuat hubungan antara hasil perkalian parsial dan hasil akhir dapat diamati secara visual.

4. Dari Algoritma Historis ke Representasi Pembelajaran

Pemanfaatan sejarah matematika dalam pembelajaran tidak berarti memindahkan seluruh prosedur historis ke kelas. Sejarah perlu ditransposisikan secara pedagogis dengan mempertimbangkan tujuan pembelajaran, tingkat perkembangan peserta didik, dan makna matematis dari prosedur yang dipilih. Barbin menekankan pentingnya memahami ruang lingkup pengetahuan historis yang digunakan dalam pendidikan, sedangkan Agterberg, Oostdam, dan Janssen menunjukkan bahwa sejarah dapat dikaitkan dengan peningkatan tuntutan kognitif tugas matematika ketika digunakan secara tepat.[19] [20]

Dalam konteks *lattice*, transposisi pedagogis dapat dilakukan dengan mengubah algoritma menjadi rangkaian aktivitas yang menonjolkan alasan di balik setiap langkah. Guru dapat memulai dari masalah perkalian

[19] Évelyne Barbin, "On the Role and Scope of Historical Knowledge in Using the History of Mathematics in Education," ZDM–Mathematics Education 54, no. 7 (2022): 1597–1611.

[20] Marleen Agterberg, Theo Oostdam, dan Tanja Janssen, "From speck to story: relating history of mathematics to the cognitive demand level of tasks," Educational Studies in Mathematics 110 (2022): 49–64

yang membutuhkan organisasi hasil parsial, kemudian memperkenalkan kisi sebagai cara mencatat pasangan digit. Selanjutnya peserta didik dapat membandingkan lattice dengan algoritma bersusun untuk menemukan kesamaan matematis dan perbedaan representasional. Dengan cara ini, sejarah tidak menjadi bagian terpisah dari pembelajaran, tetapi berfungsi sebagai pintu masuk untuk mendiskusikan mengapa manusia mengembangkan cara-cara tertentu dalam menghitung.

Pendekatan tersebut juga dapat mengembangkan literasi matematis. Peserta didik tidak hanya diminta melakukan prosedur, tetapi menjelaskan apa yang terjadi pada setiap sel, mengidentifikasi nilai tempat, dan memeriksa kewajaran hasil. Aktivitas semacam ini memungkinkan algoritma menjadi objek untuk membaca, menulis, menjelaskan, dan memverifikasi representasi matematika. Dalam kerangka HPM, nilai sejarah terletak bukan pada cerita tokoh semata, melainkan pada kesempatan untuk melihat matematika sebagai aktivitas intelektual yang memiliki persoalan dan konteks.[21]

Penggunaan sejarah tetap membutuhkan seleksi, guru tidak perlu menyampaikan narasi panjang tentang sejarah aritmetika jika tidak berkaitan dengan tujuan pembelajaran. Sebaliknya, satu fragmen sejarah yang akurat dan relevan dapat digunakan untuk memunculkan pertanyaan: mengapa orang dahulu memerlukan algoritma tertulis, bagaimana hasil kali parsial diorganisasi, dan apakah satu masalah dapat diselesaikan dengan lebih dari satu representasi? Pertanyaan tersebut dapat menjadi jembatan dari sejarah menuju konsep matematika.

5. Relevansi *Lattice Multiplication* bagi Pembelajaran Perkalian SD/MI

Berdasarkan sintesis historis, matematis, dan pedagogis, relevansi *lattice* bagi SD/MI dapat dikelompokkan ke dalam empat aspek. Pertama, aspek representasional. Grid membantu membuat proses yang biasanya berlangsung secara vertikal dalam algoritma bersusun menjadi struktur ruang yang dapat diamati. Kedua, aspek nilai tempat. Pemisahan digit hasil perkalian ke dalam bagian yang sesuai memungkinkan guru mengarahkan perhatian pada satuan, puluhan, ratusan, dan

[21] Fulvia Furinghetti, "Rethinking history and epistemology in mathematics education," International Journal of Mathematical Education in Science and Technology 51, no. 6 (2020): 967–994, DOI: 10.1080/0020739X.2019.1565454

seterusnya. Ketiga, aspek prosedural. Setiap pasangan digit memperoleh tempat yang jelas sehingga hasil kali parsial lebih mudah dilacak. Keempat, aspek historis. Algoritma dapat menjadi contoh konkret bahwa matematika memiliki sejarah perkembangan metode dan representasi.

Relevansi tersebut paling kuat apabila *lattice* digunakan sebagai alternatif atau pelengkap, bukan pengganti mutlak algoritma standar. Algoritma bersusun tetap penting karena merupakan bentuk konvensional yang digunakan luas. *Lattice* dapat digunakan pada tahap eksplorasi, penguatan nilai tempat, pemeriksaan hasil, atau perbandingan strategi. Peserta didik dapat diminta menyelesaikan soal dengan dua metode dan menjelaskan mengapa keduanya memberikan hasil yang sama. Kegiatan ini mengembangkan fleksibilitas strategi sekaligus mengurangi kesan bahwa hanya terdapat satu cara sah untuk melakukan perkalian.

Untuk konteks SD/MI, dimensi sejarah matematika Islam dapat menjadi pengayaan yang relevan selama disajikan secara akurat. Guru dapat memperkenalkan al-Kāshī sebagai salah satu matematikawan penting dalam perkembangan aritmetika dan menggunakan Miftāḥ al-Ḥisāb sebagai contoh sumber sejarah, tanpa menyatakan bahwa al-Kāshī adalah pencipta *lattice*. Narasi semacam ini lebih aman secara historis sekaligus tetap memberikan konteks keislaman yang bermakna. Penggunaan sejarah juga dapat diarahkan pada nilai ketekunan, ketelitian, dan penghargaan terhadap tradisi keilmuan, tetapi nilai tersebut sebaiknya muncul melalui refleksi pembelajaran dan tidak menggantikan tujuan matematis.

Literatur empiris mendukung bahwa *lattice* layak dipertimbangkan sebagai objek penelitian pendidikan lebih lanjut. Penelitian pada peserta didik sekolah dasar di Indonesia dan luar negeri telah menguji penggunaannya dalam berbagai konteks.Meski demikian, perbedaan desain penelitian, karakteristik peserta didik, materi, durasi intervensi, dan instrumen membuat hasilnya tidak dapat digeneralisasi secara langsung ke semua SD/MI. Karena itu, artikel ini hanya menyimpulkan relevansi konseptual dan pedagogis, bukan efektivitas universal.

6. Sintesis Historis-Pedagogis

Sintesis penelitian dapat dirumuskan sebagai hubungan antara sejarah, struktur matematika, dan kebutuhan pembelajaran. Pada tingkat sejarah, *lattice* merupakan bagian dari perkembangan algoritma aritmetika lintas budaya. Pada tingkat matematika, algoritma tersebut

mengorganisasi hasil kali parsial melalui grid, nilai tempat, dan penjumlahan diagonal. Pada tingkat pedagogis, karakteristik tersebut dapat digunakan untuk membantu peserta didik melihat struktur perkalian multi-digit. Ketiga tingkat ini membentuk satu alur yang lebih kuat daripada sekadar menyajikan metode *lattice* sebagai trik berhitung.

Sintesis tersebut juga menghasilkan prinsip kehati-hatian. Pertama, sejarah harus berbasis sumber dan tidak menyederhanakan asal-usul algoritma. Kedua, representasi historis harus ditransposisikan sesuai tujuan pembelajaran. Ketiga, relevansi pedagogis harus dibedakan dari efektivitas empiris. Keempat, konteks matematika Islam harus ditempatkan dalam sejarah matematika yang bersifat interkultural. Prinsip-prinsip ini penting agar penggunaan sejarah tidak berubah menjadi klaim identitas yang tidak didukung bukti.

Secara praktis, sintesis dapat diwujudkan dalam rancangan pembelajaran tiga tahap. Tahap pertama adalah konteks historis, yaitu pengenalan singkat terhadap perkembangan teknik perhitungan dan posisi tradisi matematika Islam. Tahap kedua adalah eksplorasi matematis, yaitu peserta didik membangun dan menggunakan kisi untuk menyelesaikan perkalian serta menjelaskan nilai tempat. Tahap ketiga adalah refleksi komparatif, yaitu peserta didik membandingkan lattice dengan algoritma bersusun, memeriksa kesamaan prinsip, dan menilai kelebihan serta keterbatasan masing-masing representasi. Rancangan tersebut masih berupa implikasi konseptual dan memerlukan pengujian empiris sebelum dinyatakan efektif.

C. KESIMPULAN

Kajian ini menunjukkan bahwa *Lattice Multiplication* lebih tepat dipahami sebagai bagian dari perkembangan algoritma aritmetika yang berlangsung lintas tradisi daripada sebagai penemuan yang dapat secara sederhana dikaitkan dengan satu tokoh atau satu peradaban. Tradisi matematika Islam memiliki posisi penting dalam sejarah perkembangan aritmetika tertulis dan penyebaran pengetahuan matematis, sementara karya seperti Miftāḥ al-Ḥisāb al-Kāshī menyediakan konteks penting untuk memahami kedalaman tradisi tersebut. Namun, hubungan historis antara tradisi matematika Islam dan bentuk lattice tertentu harus dinyatakan berdasarkan bukti sumber yang tersedia dan tidak boleh diperluas menjadi klaim asal-usul eksklusif.

Dari sisi matematis, *lattice* mengorganisasi perkalian multi-digit melalui hasil kali parsial, pemisahan digit

berdasarkan nilai tempat, dan penjumlahan diagonal. Struktur visual, dekomposisi, dan keteraturan prosedural tersebut memberikan dasar konseptual bagi penggunaannya sebagai alternatif atau pelengkap algoritma perkalian bersusun di SD/MI. Relevansinya menjadi lebih kuat ketika metode tidak diajarkan sebagai prosedur mekanis, tetapi dikaitkan dengan sifat distributif, nilai tempat, penjelasan strategi, dan perbandingan beberapa representasi.

Implikasi penelitian ini adalah perlunya pengembangan pembelajaran yang mengintegrasikan sejarah matematika dengan aktivitas matematis secara proporsional dan berbasis sumber. Untuk penelitian selanjutnya, sintesis ini dapat diuji melalui penelitian desain, eksperimen, atau studi kelas yang mengukur pemahaman konsep, fleksibilitas strategi, kesalahan nilai tempat, dan kemampuan menjelaskan prosedur. Dengan demikian, penelitian ini menyediakan landasan historis-pedagogis, sedangkan klaim tentang efektivitas pembelajaran tetap harus dibangun melalui bukti empiris.

DAFTAR PUSTAKA

A. E. Baccaglini-Frank, Silvia Funghi, Mirko Maracci, Alessandro Ramploud, Learning about multiplication by comparing algorithms: “One times one, but actually they are ten times ten”, The Journal of Mathematical Behavior, Volume 70, 2023, 101024, ISSN 0732-3123, https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2022.101024

Abdulai, Nashiru. 2024. “Using the Lattice Method to help Basic Six (6) Pupils of Zogbeli Primary School in Ghana to understand the Concept of Multiplying Multi-digit Multiplicands.” E-Journal of Humanities, Arts and Social Sciences 5(2):160–174. https://doi.org/10.38159/ehass.2024528

Abdeljaouad, Mahdi. 2006. “Issues in the History of Mathematics Teaching in Arab Countries.” Paedagogica Historica 42(4–5): 629–664. https://doi.org/10.1080/00309230600806930

Agterberg, M., Theo Oostdam, and Tanja Janssen. 2022. “From speck to story: relating history of mathematics to the cognitive demand level of tasks.” Educational Studies in Mathematics 110: 49–64

Aydin, Yavuz, and Salim Hammoudi. 2019. Al-Kāshī’s Miftāḥ al-Ḥisāb, Volume I: Arithmetic: Translation and Commentary. Cham: Birkhäuser/Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-14950-5

Barbin, Évelyne. 2022. “On the Role and Scope of Historical Knowledge in Using the History of Mathematics in Education.” ZDM–Mathematics Education 54(7): 1597–1611.

Berggren, J. L. 1985. “History of Mathematics in the Islamic World: The Present State of the Art.” Review of Middle East Studies 19(1): 9–33.

https://doi.org/10.1017/S0026318400014796

Chorlay, Sophie, Kathleen Clark, and Constantinos Tzanakis. 2022. "History of mathematics in mathematics education: Recent developments in the field." ZDM–Mathematics Education 54: 1407–1420. https://doi.org/10.1007/s11858-022-01442-7

Furinghetti, F. (2020). Rethinking history and epistemology in mathematics education*. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, *51*(6), 967–994. https://doi.org/10.1080/0020739X.2019.1565454

Hong Duyen, N. T., & Loc, N. P. (2022). Developing primary students' understanding of mathematics through mathematization: A case of teaching the multiplication of two natural numbers. European Journal of Educational Research, 11(1), 1- 16. https://doi.org/10.12973/eu-jer.11.1.1

Kristesia, E., Suriansyah, A., Harsono, A. M. B., Putra, E. C. S., & Mubarok, M. (2025). The Mastery of Basic Multiplication and Division Skills and Its Impact on Students' Mathematics Achievement. AMPLITUDO: Journal of Science and Technology Innovation, 4(1), 26–30.

Moreno, C. J. F., & Susada, B. L. (2024). Utilizing the lattice method to enhance multiplication automaticity in Grade 4 Pupils. Davao Research Journal, 15(3), 122-132. https://doi.org/10.59120/drj.v15i3.258

Rahmawati, L. T., Munjidah, M., Khoirunnisa, F., Sari, P. A. E., & Lailia, S. N. (2021). Matematika dalam era keemasan islam: kontribusi al-khwarizmi, al-biruni, dan omar khayyam. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.

Rebekawati, A., "The Effect of Using Lattice Method on Multiplication Achievement among Elementary Students," Proceedings of AISTEEL 2017, DOI: 10.2991/aisteel-17.2017.9

Torres-Peña, R. C., Peña-González, D., Lara-Orozco, J. L., Ariza, E. A., & Vergara, D. (2025). Enhancing Numerical Thinking Through Problem Solving: A Teaching Experience for Third-Grade Mathematics. Education Sciences, 15(6), 667. https://doi.org/10.3390/educsci15060667