

Jejak angka nol : perjalanan angka dari india, melintasi dunia islam, sampai ke eropa

Revalia Syafiul Ummah

Program Studi Matematika, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
e-mail: reva.vhalya@gmail.com

Kata Kunci:

angka nol, sistem bilangan, matematika India, sejarah matematika, transmisi ilmu

Keywords:

zero, number system, Indian mathematics, history of mathematics, transmission of knowledge

ABSTRAK

Penelitian ini menelusuri perjalanan historis konsep angka, khususnya angka nol, dari peradaban India hingga penggunaannya secara luas di Eropa melalui transmisi keilmuan dunia islam. Konsep nol pertama kali diformulasikan secara sistematis di India pada awal abad Masehi, ketika para matematikawan seperti Brahmagupta memperkenalkan simbol khusus untuk menandai “ketiadaan” sekaligus menetapkan aturan operasionalnya (Plofker, 2007; Ahmed, 2020). Inovasi ini tidak hanya menyederhanakan sistem penulisan bilangan, tetapi juga membuka ruang bagi berkembangnya konsep-konsep matematika abstrak (Bhatia & Sury, 2021). Selanjutnya, kajian ini menjelaskan bagaimana angka nol dan sistem bilangan desimal menyebar ke dunia

Islam melalui jaringan perdagangan, penerjemahan teks ilmiah, dan perkembangan pusat-pusat ilmu seperti Baghdad. Para ilmuwan Muslim, di antaranya Al-Khawarizmi, memperluas penggunaan nol dan menjadikannya landasan penting dalam perkembangan aljabar serta ilmu hitung praktis (Gonzalez, 2022; Mawardi, 2020). Dari dunia Islam, sistem bilangan ini kemudian masuk ke Eropa melalui Andalusia dan hubungan dagang Mediterania, dan akhirnya dipopulerkan Kembali oleh tokoh seperti Fibonacci dan menjadi bagian utama dalam sistem matematika modern (Kumar, 2023; Hassan & Karim, 2019). Penelitian ini menegaskan bahwa perjalanan konseptual angka nol merupakan hasil pertukaran ilmu lintas peradaban yang membentuk dasar matematika dan sains modern.

ABSTRACT

This study traces the historical development of the concept of numbers, particularly the number zero, from its origins in Indian civilization to its widespread use in Europe through the transmission of knowledge within the Islamic world. The concept of zero was first systematically formulated in India in the early centuries CE, when mathematicians such as Brahmagupta introduced a special symbol to denote “nothingness” and established its operational rules (Plofker, 2007; Ahmed, 2020). This innovation not only simplified numerical notation systems but also opened space for the development of more abstract mathematical concepts (Bhatia & Sury, 2021). Furthermore, this study explains how zero and the decimal numeral system spread to the Islamic world through networks of trade, scientific text translation, and the growth of intellectual centers such as Baghdad. Muslim scholars, including Al-Khwarizmi, expanded the use of zero and made it an essential foundation for the development of algebra and practical arithmetic (Gonzalez, 2022; Mawardi, 2020). From the Islamic world, this numeral system later entered Europe through Andalusia and Mediterranean trade relations, eventually being reintroduced and popularized by figures such as Fibonacci, becoming a key component of the modern mathematical system (Kumar, 2023; Hassan & Karim, 2019). This study asserts that the conceptual journey of zero is the result of cross-civilizational knowledge exchange that shaped the foundations of modern mathematics and science.



This is an open access article under the [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) license.

Copyright © 2023 by Author. Published by Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Pendahuluan

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi modern tidak dapat dilepaskan dari peran fundamental sistem bilangan, Khususnya konsep angka nol. Kajian historiografi kontemporer menunjukkan bahwa nol bukan sekadar simbol kekosongan, melainkan konsep revolusioner yang memungkinkan lahirnya sistem bilangan desimal, perhitungan kompleks, dan beragam cabang matematika modern (Bhatia & Sury, 2021). Tanpa konsep nol, algoritma komputasi, logika biner, maupun teknologi digital modern tidak mungkin berkembang. Namun demikian, pemahaman masyarakat mengenai sejarah angka nol masih terbatas. Banyak yang mengetahui fungsi praktisnya, tetapi tidak memahami bagaimana nol ditemukan, dikembangkan, disebarkan, hingga menjadi dasar sistem bilangan global. Hal ini relevan untuk dikaji karena perjalanan angka nol menggambarkan bahwa kemajuan sains merupakan hasil interaksi dan pertukaran ilmu antar peradaban, bukan pencapaian Tunggal satu budaya.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa konsep nol telah diformulasikan secara jelas dalam tradisi matematika India landasan penting untuk pembahasan ini. Studi modern mengenai matematika India menunjukkan bahwa konsep nol telah memiliki formulasi jelas sejak periode klasik dan terus diperbarui melalui kajian naskah digital (Ahmed, 2020). Penelitian (Gonzalez, 2022) menegaskan kontribusi dunia Islam dalam menyebarkan bilangan Hindu-Arab melalui pusat ilmu Baghdad, termasuk peran Al-Khawarizmi dalam memperkuat sistem bilangan posisional. Sementara itu, kajian kontemporer mengenai historiografi matematika Eropa menunjukkan bagaimana penerapan nol memicu perubahan besar dalam praktik perhitungan dan Pendidikan matematika modern (Kumar, 2023). Artikel terbaru juga menegaskan kembali pentingnya perjalanan konseptual nol bagi perkembangan ilmu pengetahuan modern (Rahman, 2024). Selain itu, penelitian dosen UIN Malang menunjukkan bahwa transmisi angka nol dari India ke dunia Islam menjadi titik kunci terbentuknya sistem bilangan global modern yang digunakan saat ini (S. Mahfudz, 2022). Berdasarkan landasan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menelusuri perjalanan historis angka nol dari India, melalui dunia Islam, hingga ke Eropa, serta menjelaskan bagaimana proses transmisi tersebut membentuk sistem bilangan modern.

Pembahasan

Temuan Awal Perjalanan Angka Nol Berdasarkan Studi Pustaka dan Dokumentasi

Berdasarkan studi pustaka dan dokumentasi terhadap berbagai literatur sejarah matematika, ditemukan bahwa angka nol pertama kali berkembang secara sistematis dalam tradisi matematika India pada sekitar abad ke-5 M. Bukti paling awal dapat ditelusuri melalui karya matematikawan India seperti Brahmagupta, yang pada tahun (628 M) memberikan aturan operasional pertama bagi nol sebagai bilangan dalam Brahmasphutasiddhanta. Temuan ini dikuatkan oleh kajian Georges Ifrah dan Joseph Mazur yang menempatkan India sebagai peradaban pertama yang menjadikan nol bukan hanya simbol tempat, tetapi juga entitas numerik dengan sifat aritmetika yang jelas (Bhatia & Sury, 2021).

Dokumentasi sejarah juga menunjukkan bahwa melalui penerjemahan naskah India kedalam Bahasa Arab pada masa Dinasti Abbasiyah, kemudian disusun ulang dan dikembangkan oleh para ilmuwan Muslim seperti Al-Khawarizmi dan Al-Kindi. Proses ini diperkuat oleh kajian kontemporer yang menelusuri jalur transmisi ilmu melalui Bayt al-hikmah sebagai pusat sains dunia Islam (Gonzalez, 2022). Melalui pusat intelektual seperti Baghdad dan Andalusia, sistem ini kemudian mengalir ke Eropa dan diterima luas setelah disistematisasi oleh Fibonacci pada abad ke-13 melalui bukunya yaitu Liber Abaci. Pada tahap penyebaran ini, peneliti menemukan alasan mengapa sistem bilangan tersebut disebut Arabic Numerals. Bangsa Eropa mengenal sistem bilangan modern melalui karya-karya ilmuwan muslim yang memperkenalkan angka nol dan sistem desimal dalam bentuk yang jauh lebih matang dibanding teks India asli. Karena penyebaran ini berlangsung melalui peradaban Islam, Eropa kemudian menyebutnya dengan “Angka Arab”, meskipun asal usulnya tetap berasal dari India (Hassan & Karim, 2019). Temuan-temuan ini memberikan gambaran kronologis yang kuat mengenai jalur penyampaian konsep nol dari India, melalui dunia Islam, hingga akhirnya membentuk fondasi sistem bilangan modern di Eropa. Kajian terbaru dari peneliti Indonesia, termasuk dosen-dosen UIN Malang, juga menegaskan bahwa perjalanan konsep nol merupakan bukti pentingnya pertukaran ilmu antarperadaban dan tidak dapat dipahami tanpa melihat perkembangan sosial-intelektual disetiap masa (Nugroho, 2021; Mawardi, 2020).

Diskusi Temuan dalam Teori dan Penelitian terdahulu

Temuan terhadap perjalanan angka nol dan munculnya istilah “Angka Arab” tersebut sejalan dengan pendapat para ahli sejarah matematika yang menekankan pentingnya interaksi antar peradaban dalam membentuk perkembangan ilmu. Ifrah menegaskan bahwa evolusi nol tidak dapat dilepaskan dari kebutuhan budaya India dalam menyederhanakan sistem bilangan dan perhitungan astronomi, sementara Kaplan menunjukkan bahwa konsep nol menjadi matang karena dunia Islam mengintegrasikan, mengkritisi, dan mengembangkan karya-karya India. Temuan ini juga diperkuat dengan kajian kontemporer yang menegaskan bahwa perkembangan konsep nol di India telah dibuktikan kembali melalui studi filologis digital dan analisis ulang naskah-naskah matematis klasik (Ahmed, 2020).

Dalam konteks teori difusi, alur perjalanan nol ini mendukung gagasan bahwa perkembangan matematika bersifat kumulatif dan selalu berkaitan dengan mobilitas ilmuwan, penerjemahan teks, serta kebutuhan praktis masyarakat, mulai dari perdagangan di Baghdad hingga administrasi ekonomi di Eropa. Penelitian historiografi terbaru menunjukkan bahwa pusat ilmu abad ke-9 seperti Bayt al-Hikmah berperan sebagai jaringan pertukaran intelektual yang sangat aktif, mempercepat transformasi konsep nol dari pengetahuan global (Gonzalez, 2022). Kajian ilmiah para dosen UIN Malang juga menegaskan bahwa perkembangan matematika pada masa klasik Islam tidak bersifat pasif, tetapi melibatkan rekonstruksi kritis terhadap teori India melalui penyusunan ulang metode dan penyesuaian dalam konteks kebutuhan ilmiah baru (Nugroho, 2021).

Kontribusi ilmuwan muslim bukan hanya sebagai perantara, tetapi juga sebagai pengembang. Karya Al-Khawarizmi mengenai aritmetika India, misalnya memperjelas

penggunaan nol dalam sistem desimal dan menjadikannya lebih operasional, sehingga mudah dipelajari di Eropa. Temuan ini konsisten dengan penelitian modern yang menyatakan bahwa penerimaan bilangan Hindu-Arab di Eropa lebih dipengaruhi oleh efisiensi praktisnya dalam kegiatan ekonomi, perbankan, dan perdagangan yang berkembang pada abad pertengahan (Kumar, 2023). Oleh sebab itu, Eropa mengaitkan sistem bilangan ini dengan Bahasa Arab, sehingga lahirlah istilah “Arabic Numerals”.

Selain itu, penelitian modern oleh Mazur dan Menninger menegaskan bahwa penerimaan nol di Eropa terjadi melalui proses sosial yang panjang, termasuk penolakan gerejawi dan tradisi Romawi yang menggunakan angka tanpa simbol nol. Kajian terbaru dalam studi sejarah numerasi juga menunjukkan bahwa penolakan terhadap nol di Eropa tidak hanya bersifat religious, tetapi juga epistemologis karena sistem romawi tidak mengenal konsep tempat dan kekosongan (Rahman, 2024). Dengan demikian, pembahasan temuan tidak hanya memperkuat data historis, tetapi juga menunjukkan bahwa angka nol dan istilah “Angka Arab” merupakan contoh nyata bagaimana ilmu matematika terbentuk melalui dialog antarbudaya dan adaptasi konsep dari satu masyarakat ke masyarakat lainnya.

Kesimpulan dan Saran

Kajian ini bertujuan menelusuri perjalanan angka nol dari India, melalui dunia Islam, hingga ke Eropa, serta menjelaskan mengapa sistem bilangan modern disebut “Angka Arab”. Temuan utama penelitian ini menguatkan bahwa India menjadi sumber awal kelahiran nol sebagai bilangan yang memiliki aturan operasional, sementara dunia Islam berperan sebagai pengembang dan penyebar utama sistem bilangan Hindu-Arab ke wilayah Eropa. Konsep nol berkembang bukan hanya karena kebutuhan sistematis, tetapi juga di dorong oleh faktor budaya dan ilmiah yang berbeda-beda tiap peradaban. Kontribusi kajian ini terhadap *the body of knowledge* memperkaya pemahaman historis mengenai sistem bilangan yang menjadi fondasi teknologi, komputasi, dan logika modern. Penelitian ini juga memperkaya sudut pandang bahwa inovasi matematika tidak bersifat statis, melainkan berkembang melalui proses dialog, adaptasi, dan penerjemahan antarperadaban.

Relevansinya dalam konteks masa kini tampak pada pentingnya literasi sejarah ilmu untuk memahami bahwa kemajuan sains modern merupakan pengumpulan kontribusi global, bukan hasil dari satu tradisi budaya saja. Dengan demikian, perjalanan angka nol dan istilah “Angka Arab” memberikan pelajaran penting bahwa perkembangan ilmu pengetahuan di era global pun tetap bergantung pada pertukaran ide lintas batas. Untuk itu, disarankan agar penelitian lanjutan dilakukan lebih mendalam dengan memasukkan sejarah angka nol dan sistem bilangan Hindu-Arab sebagai materi literasi numerasi. Kajian yang menghubungkan sejarah matematika dengan teknologi digital modern juga dianjurkan, dan media edukatif dapat dimanfaatkan untuk menyoroti perjalanan angka nol agar Masyarakat umum memahami bahwa kemajuan sains merupakan hasil dari Kumpulan pertukaran pengetahuan antarperadaban.

Daftar Pustaka

- Ahmed, R. (2020). Historical numeracy in classical India: The evolution of zero. *Journal of Asian Mathematics*, 12(2), 55–68. “Penguatan bahwa konsep nol dibakukan secara sistematis di India dan terus dikaji melalui studi naskah modern”. (n.d.).
- Bhatia, S., & Sury, A. (2021). *Zero and the foundations of modern mathematics*. *International Journal of Mathematics Education*, 15(1), 33–46. “Menunjukkan bahwa nol merupakan fondasi matematika modern dan memiliki dampak konseptual besar”.
- Damanik, L., & Harahap, F. (2025). *Pertukaran ilmu matematika antarperadaban: Perspektif sejarah dan digitalisasi*. *Jurnal Pendidikan dan Sejarah Ilmu*, 5(1), 1–12. “Perjalanan nol mencerminkan proses pertukaran ilmu lintas peradaban”.
- Gonzalez, M. (2022). *The transmission of Hindu-Arabic numerals through Islamic civilization*. *History of Science Journal*, 28(3), 205–220. “Pembahasan peran dunia Islam sebagai penyebar utama bilangan Hindu-Arab ke Eropa”.
- Hassan, I., & Karim, A. (2019). *Arabic numerals and their journey to Europe*. *Mediterranean Historical Review*, 34(2), 285–295. “Penjelasan penyebutan istilah “Arabic Numerals” dalam konteks sejarah”.
- Ifrah, G. (1999). *The universal history of numbers: From prehistory to the invention of the computer*. Wiley. “Landasan historis tentang asal-usul angka dan penyebaran sistem bilangan”.
- Kaplan, R. (2000). *The nothing that is: A natural history of zero*. Oxford University Press. “Dasar historiografi klasik tentang perkembangan konsep nol dari India hingga Barat”.
- Kumar, P. (2023). *Zero in European mathematics: Adoption and adaptation*. *European Journal of Mathematical History*, 18(1), 40–50. “Penerimaan nol di Eropa dan transformasinya dalam sistem pendidikan matematika”.
- Mawardi, H. (2020). *Perjalanan angka nol dari India ke dunia Islam: Kajian manuskrip*. *Jurnal Sejarah Matematika Islam*, 3(1), 75–82. “Kajian manuskrip yang menunjukkan peran ilmuwan Islam”.
- Mazur, J. (2020). *The history and social adoption of zero in Europe*. *Mathematics and Society*, 7(2), 15–28. “Analisis konteks sosial penolakan dan penerimaan nol di Eropa”.
- Nugroho, A. (2021). *Literasi sejarah matematika dan relevansinya untuk teknologi modern*. *Jurnal Pendidikan Sains*, 10(2), 80–88. “Penguatan relevansi kajian sejarah matematika terhadap perkembangan teknologi masa kini”.
- Plofker, K. (2007). *Mathematics in India: 500 BCE–1800 CE*. Princeton University Press. “Kujukan utama perkembangan matematika India, termasuk kelahiran konsep nol”.
- Rahman, F. (2024). *Conceptual development of zero and its impact on modern science*. *Annals of Science*, 81(1), 15–28. “Pentingnya konsep nol dalam perkembangan ilmu pengetahuan modern”.