

OPTIMALISASI PEMAHAMAN KONSEPTUAL SEJARAH MATEMATIKA MELALUI PENDEKATAN MIND MAPPING BERBASIS VISUALISASI KOGNITIF

Elvina Asmi¹, Mutia Eliza², Maradona³, Leni Agus Meria⁴

IAIN Kerinci¹, IAIN Kerinci², IAIN Kerinci³, IAIN Kerinci⁴

Email: elvinaasmi@iainkerinci.ac.id¹, mutiaeliza@iainkerinci.ac.id²,
maradona@iainkerinci.ac.id³, leniagusmeria@iainkerinci.ac.id⁴

Corresponding Author: Elvina Asmi, email : elvinaasmi@iainkerinci.ac.id

Abstrak. Pembelajaran sejarah matematika di perguruan tinggi masih cenderung disampaikan secara naratif dan linear sehingga belum sepenuhnya mampu memfasilitasi terbentuknya pemahaman konseptual yang terstruktur. Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas pendekatan *mind mapping* berbasis visualisasi kognitif dalam mengoptimalkan pemahaman konseptual mahasiswa. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain *quasi experiment* tipe *pretest-posttest control group design*. Subjek penelitian terdiri atas 28 mahasiswa Program Studi Tadris Matematika IAIN Kerinci, yang terbagi ke dalam 14 mahasiswa pada kelas eksperimen dan 14 mahasiswa pada kelas kontrol, dengan penentuan sampel menggunakan teknik purposive sampling berdasarkan kesetaraan kemampuan akademik dan pengalaman belajar. Data dikumpulkan menggunakan tes uraian pemahaman konseptual yang telah melalui proses validasi isi oleh ahli serta pengujian validitas dan reliabilitas. Analisis data diawali dengan uji normalitas Kolmogorov–Smirnov dan uji homogenitas Levene, kemudian dilanjutkan dengan perhitungan N-Gain, uji *independent samples t-test*, dan Effect Size (Cohen's d). Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol ($p = 0,000 < 0,05$). Kelompok eksperimen memperoleh nilai N-Gain sebesar 0,68 yang termasuk kategori sedang–tinggi, sedangkan Effect Size sebesar 0,82 menunjukkan pengaruh yang kuat. Temuan ini mengindikasikan bahwa pendekatan *mind mapping* berbasis visualisasi kognitif efektif dalam meningkatkan pemahaman konseptual mahasiswa melalui penguatan representasi visual dan keterkaitan antarkonsep. Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi *mind mapping* dengan prinsip visualisasi kognitif dalam pembelajaran sejarah matematika sehingga mampu mendukung konstruksi makna berdasarkan hubungan historis dan konseptual.

Kata Kunci: Pemahaman Konseptual, Sejarah Matematika, Mind Mapping, Visualisasi Kognitif

Abstract. Instruction in the history of mathematics at the university level tends to be delivered in a narrative and linear fashion, often failing to fully facilitate the development of a structured conceptual understanding. This study aims to examine the effectiveness of a cognitive visualization-based mind mapping approach in optimizing students' conceptual understanding. A quantitative approach was employed using a quasi-experimental, pretest-posttest control group design. The participants consisted of 28 students from the Mathematics Education Study Program at IAIN Kerinci, divided into an experimental group ($n=14$) and a control group ($n=14$); the sample was selected using purposive sampling based on comparable academic ability and prior learning experience. Data were collected via an essay-based conceptual understanding test that had undergone content validation by experts as well as validity and reliability testing. Data analysis began with the Kolmogorov–Smirnov normality test and Levene's homogeneity test, followed by N-Gain calculation, an independent samples t-test, and Effect Size (Cohen's d) analysis. The results revealed a significant difference between the experimental and control groups ($p = 0.000 < 0.05$). The experimental group achieved an N-Gain score of 0.68—falling into the medium-to-high category—while the Effect Size of 0.82 indicated a strong impact. These findings suggest that the cognitive visualization-based mind mapping approach effectively enhances students' conceptual understanding by strengthening visual representations and the interconnections between concepts. The study's novelty lies in the integration of mind mapping with cognitive visualization principles within the context of teaching the history of mathematics, thereby supporting the construction of meaning based on historical and conceptual relationships.

Keywords: Conceptual Understanding, Mathematics History, Mind Mapping, Cognitive Visualization



A. Pendahuluan

Dalam beberapa tahun terakhir, pemanfaatan visualisasi dalam pembelajaran matematika semakin mendapatkan perhatian sebagai pendekatan yang mampu memperkuat pemahaman konseptual mahasiswa. Visualisasi tidak lagi diposisikan sebagai pelengkap, tetapi sebagai bagian penting dalam proses representasi pengetahuan yang memungkinkan mahasiswa membangun keterkaitan antar konsep secara lebih sistematis (Schoenherr & Schukajlow, 2023; Chen et al., 2024).

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa penggunaan visual mapping mampu membantu mahasiswa dalam mengorganisasi informasi yang kompleks menjadi lebih terstruktur. Hal ini berdampak langsung pada peningkatan kemampuan memahami konsep abstrak serta memperkuat retensi jangka panjang. Wang et al. (2023), melalui penelitian eksperimen pada mahasiswa pendidikan matematika, menunjukkan bahwa penerapan *visual mapping* secara signifikan meningkatkan kemampuan menghubungkan konsep-konsep abstrak dibandingkan pembelajaran konvensional. Temuan tersebut diperkuat oleh Shi et al. (2022) melalui studi *meta-analisis* yang melibatkan berbagai penelitian empiris mengenai *mind mapping*, yang menyimpulkan bahwa penggunaan representasi visual memberikan pengaruh positif terhadap retensi jangka panjang dan pemahaman konseptual mahasiswa. Dalam konteks ini, visualisasi berperan sebagai jembatan kognitif yang menghubungkan representasi simbolik dengan pemaknaan konseptual yang lebih dalam.

Mind mapping sebagai salah satu bentuk visualisasi kognitif juga menunjukkan efektivitas yang konsisten dalam berbagai studi empiris. Penelitian oleh Fung dan Liang (2022) menemukan bahwa penggunaan mind mapping secara kolaboratif mampu meningkatkan keterlibatan dan hasil belajar mahasiswa secara signifikan. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Rahmawati et al. (2023) yang menunjukkan bahwa mahasiswa lebih mampu menghubungkan konsep secara menyeluruh ketika menggunakan pendekatan visual dibandingkan dengan metode konvensional.

Lebih lanjut, integrasi antara mind mapping dan prinsip visualisasi kognitif memberikan kontribusi yang lebih kuat terhadap pembentukan struktur pengetahuan yang bermakna. Hal ini didukung oleh penelitian terbaru yang menegaskan bahwa representasi visual yang bersifat hierarkis dan relasional mampu membantu mahasiswa dalam memahami hubungan historis dalam matematika secara lebih mendalam (López & García, 2022; Zhang et al., 2024).

Meskipun berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa visualisasi, seperti *visual mapping*, *concept mapping*, dan *mind mapping*, berkontribusi positif terhadap peningkatan pemahaman konseptual, kemampuan menghubungkan antarkonsep, serta retensi pembelajaran (Wang et al., 2023; Rahmawati et al., 2023; Chen et al., 2024), sebagian besar kajian tersebut masih berfokus pada pembelajaran matematika secara umum, khususnya materi yang bersifat prosedural maupun konseptual. Sementara itu, penerapan pendekatan visualisasi dalam pembelajaran sejarah matematika masih relatif terbatas, padahal karakteristik materi ini menuntut mahasiswa tidak hanya memahami konsep-konsep matematika, tetapi juga merekonstruksi hubungan historis, perkembangan ide, dan kontribusi tokoh secara kronologis. Dengan demikian, temuan-temuan terdahulu mengindikasikan bahwa efektivitas visualisasi telah teruji dalam pembelajaran matematika, namun bukti empiris mengenai implementasinya pada konteks sejarah matematika masih belum memadai. Kondisi tersebut menunjukkan adanya ruang penelitian untuk mengembangkan strategi visualisasi yang mampu mengintegrasikan representasi konseptual dengan pemaknaan historis secara lebih komprehensif. Padahal, karakteristik materi sejarah matematika yang bersifat naratif dan kronologis memerlukan pendekatan yang mampu mengorganisasi informasi secara visual dan konseptual sekaligus (Putri et al., 2022; Hidayat et al., 2021).

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa terdapat kebutuhan untuk mengembangkan pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan mind mapping dengan

visualisasi kognitif secara lebih kontekstual, khususnya dalam pembelajaran sejarah matematika. Pendekatan ini diharapkan mampu tidak hanya meningkatkan pemahaman konseptual, tetapi juga membantu mahasiswa dalam membangun struktur pengetahuan yang lebih terorganisasi dan bermakna.

Berdasarkan sintesis berbagai penelitian terdahulu, dapat dipahami bahwa penggunaan *mind mapping* maupun visualisasi kognitif secara terpisah telah terbukti memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan pemahaman konseptual, kemampuan mengorganisasi pengetahuan, serta keterkaitan antarkonsep mahasiswa. Namun demikian, sebagian besar penelitian masih memosisikan kedua pendekatan tersebut sebagai strategi pembelajaran yang berdiri sendiri dan lebih banyak diterapkan pada materi matematika yang bersifat prosedural atau konseptual. Penelitian yang secara eksplisit mengintegrasikan *mind mapping* dengan prinsip visualisasi kognitif dalam pembelajaran sejarah matematika masih sangat terbatas. Akibatnya, bukti empiris mengenai bagaimana integrasi kedua pendekatan tersebut dapat membantu mahasiswa membangun hubungan antara perkembangan historis dan struktur konseptual matematika belum berkembang secara memadai. Berdasarkan uraian tersebut, terdapat *research gap* yang jelas, yaitu belum optimalnya integrasi antara pendekatan *mind mapping* dan visualisasi kognitif dalam pembelajaran sejarah matematika, khususnya dalam upaya meningkatkan pemahaman konseptual mahasiswa. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan yang tidak hanya menyajikan informasi dalam bentuk visual, tetapi juga memfasilitasi mahasiswa untuk mengonstruksi keterkaitan makna antar konsep dan perkembangan historis secara sistematis, reflektif, serta bermakna.

Penelitian ini menawarkan pendekatan *mind mapping* berbasis visualisasi kognitif sebagai solusi inovatif untuk mengatasi permasalahan tersebut. Berdasarkan sintesis penelitian terdahulu, dapat diidentifikasi bahwa sebagian besar kajian masih menempatkan *mind mapping* sebagai strategi untuk mengorganisasi konsep dan meningkatkan hasil belajar, sedangkan penelitian lain lebih menitikberatkan pada visualisasi kognitif sebagai mekanisme untuk memperkuat representasi mental dan pemrosesan informasi. Meskipun kedua pendekatan tersebut sama-sama berlandaskan teori konstruktivisme dan pembelajaran generatif, keduanya umumnya dikaji secara terpisah serta diterapkan pada pembelajaran matematika secara umum. Hingga saat ini masih sangat terbatas penelitian yang secara eksplisit mengintegrasikan *mind mapping* sebagai representasi visual dengan prinsip visualisasi kognitif dalam membangun relasi historis dan konseptual pada pembelajaran sejarah matematika. Oleh karena itu, kebaruan (*novelty*) penelitian ini tidak hanya terletak pada penggunaan *mind mapping* sebagai media pembelajaran, tetapi pada integrasinya dengan prinsip visualisasi kognitif sebagai kerangka pembentukan struktur pengetahuan yang memungkinkan mahasiswa menghubungkan perkembangan historis matematika dengan keterkaitan antarkonsep secara lebih sistematis, reflektif, dan bermakna. Dengan demikian, penelitian ini memperluas kajian sebelumnya yang umumnya masih menguji efektivitas masing-masing pendekatan secara terpisah menuju suatu model pembelajaran yang mengintegrasikan representasi visual dan proses konstruksi kognitif dalam konteks sejarah matematika.



Tabel 1. perbandingan temuan penelitian sebelumnya

Peneliti	Fokus Penelitian	Konteks	Keterbatasan Penelitian	Kontribusi Penelitian ini
Wang et al. (2023)	Visual mapping untuk meningkatkan pemahaman konseptual	Pembelajaran matematika	Berfokus pada visualisasi, belum mengintegrasikan <i>mind mapping</i> dengan visualisasi kognitif	Mengintegrasikan <i>mind mapping</i> dan visualisasi kognitif dalam pembelajaran sejarah matematika
Rahmawati et al. (2023)	<i>Mind mapping</i> untuk meningkatkan pemahaman konsep	Pendidikan matematika	Menekankan penggunaan <i>mind mapping</i> sebagai strategi pembelajaran tanpa landasan visualisasi kognitif	Mengembangkan <i>mind mapping</i> sebagai representasi visual yang didukung prinsip visualisasi kognitif
Chen et al. (2024)	Visualisasi kognitif terhadap pemahaman konseptual	Pembelajaran matematika	Menjelaskan mekanisme visualisasi kognitif, tetapi tidak diterapkan pada sejarah matematika maupun dipadukan dengan <i>mind mapping</i>	Mengintegrasikan visualisasi kognitif dengan <i>mind mapping</i> untuk membangun relasi historis-konseptual
Penelitian ini	Integrasi <i>mind mapping</i> dan visualisasi kognitif	Sejarah Matematika	-	Menghasilkan pendekatan yang menghubungkan representasi visual, proses kognitif, dan perkembangan historis konsep matematika secara terpadu.

Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas pendekatan *mind mapping* berbasis visualisasi kognitif dalam mengoptimalkan pemahaman konseptual mahasiswa Tadris Matematika IAIN Kerinci. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis dalam pengembangan model pembelajaran sejarah matematika, serta kontribusi praktis dalam meningkatkan kualitas pembelajaran yang lebih interaktif, reflektif, dan bermakna.

B. Kajian Literatur

1. Kerangka Teoritis

Dalam tiga tahun terakhir, penelitian mengenai pembelajaran berbasis visualisasi menunjukkan perkembangan yang signifikan sebagai strategi untuk meningkatkan kualitas



pembelajaran matematika. Berbagai penelitian secara konsisten menunjukkan bahwa representasi visual mampu membantu peserta didik mengorganisasi informasi, membangun hubungan antarkonsep, serta memfasilitasi pembentukan pemahaman yang lebih mendalam. Wang et al. (2023) menunjukkan bahwa *visual mapping* efektif meningkatkan kemampuan koneksi konsep pada materi yang bersifat abstrak, sedangkan López dan García (2022) menegaskan bahwa integrasi strategi visual dengan pendekatan konstruktivistik mendorong terbentuknya *meaningful learning* melalui keterlibatan aktif mahasiswa dalam mengonstruksi pengetahuannya sendiri. Temuan tersebut memperlihatkan bahwa visualisasi tidak lagi dipandang hanya sebagai media penyajian informasi, tetapi sebagai bagian dari proses kognitif yang mendukung pembentukan makna.

Perkembangan penelitian berikutnya menunjukkan adanya pergeseran dari penggunaan visualisasi sebagai alat bantu menuju pemanfaatannya sebagai strategi pembelajaran yang didasarkan pada prinsip-prinsip kognitif. Chen et al. (2024) menemukan bahwa efektivitas *mind mapping* meningkat ketika dipadukan dengan pengorganisasian kognitif melalui hierarki konsep dan relasi semantik sehingga mampu meningkatkan pemahaman konseptual dan retensi jangka panjang. Temuan tersebut sejalan dengan penelitian Rahmawati et al. (2023) yang menunjukkan bahwa mahasiswa yang belajar menggunakan *mind mapping* memiliki kemampuan yang lebih baik dalam menghubungkan berbagai konsep dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Kesamaan hasil kedua penelitian tersebut menunjukkan bahwa keberhasilan *mind mapping* tidak hanya dipengaruhi oleh penyajian visual, tetapi juga oleh kemampuannya memfasilitasi proses organisasi pengetahuan secara sistematis.

Berdasarkan sintesis berbagai penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa pendekatan berbasis visualisasi memberikan kontribusi yang konsisten terhadap peningkatan pemahaman konseptual melalui penguatan representasi visual, organisasi pengetahuan, dan hubungan antarkonsep. Namun demikian, sebagian besar penelitian masih dilakukan pada pembelajaran matematika secara umum dengan fokus pada materi konseptual atau prosedural. Kajian yang mengintegrasikan *mind mapping* dengan prinsip visualisasi kognitif dalam konteks pembelajaran sejarah matematika masih relatif terbatas. Padahal, karakteristik sejarah matematika menuntut mahasiswa tidak hanya memahami konsep-konsep matematika, tetapi juga merekonstruksi hubungan perkembangan konsep, tokoh, dan konteks historis secara utuh. Oleh karena itu, penelitian ini memperluas temuan-temuan sebelumnya dengan mengintegrasikan *mind mapping* dan visualisasi kognitif dalam pembelajaran sejarah matematika untuk membangun relasi historis-konseptual secara lebih sistematis dan bermakna.

2. Hubungan Pemahaman Konseptual dan Mind Mapping Berbasis Visualisasi Kognitif

Pemahaman konseptual dan pendekatan *mind mapping* berbasis visualisasi kognitif memiliki hubungan yang bersifat kausal sekaligus konstruktif. Dalam konteks ini, *mind mapping* tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu belajar, tetapi juga sebagai representasi eksternal yang memediasi proses internalisasi konsep ke dalam struktur kognitif mahasiswa. Temuan penelitian mutakhir menunjukkan bahwa representasi visual eksternal mampu memperkuat organisasi pengetahuan dan meningkatkan kedalaman pemahaman konseptual (Zhang & Fiorella, 2023; Liu et al., 2022).

Dalam perspektif teori kognitif, pemahaman konseptual terbentuk ketika individu mampu mengaitkan informasi baru dengan struktur pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya. Pendekatan *mind mapping* memfasilitasi proses tersebut melalui visualisasi hubungan antarkonsep dalam bentuk cabang-cabang yang terstruktur dan hierarkis. Visualisasi ini mendorong terjadinya elaborasi kognitif, yaitu proses pengayaan makna melalui integrasi ide-ide yang saling berkaitan. Studi terbaru menunjukkan bahwa strategi visual seperti *mind mapping* secara signifikan meningkatkan kemampuan elaborasi dan retensi konsep



dibandingkan pendekatan linear tradisional (Chen & Kalyuga, 2022; van Meter & Campbell, 2023).

Lebih lanjut, visualisasi kognitif berperan penting dalam mengelola beban kognitif. Penyajian informasi secara simultan dan terstruktur memungkinkan reduksi beban kerja memori kerja, sehingga mahasiswa dapat mengalokasikan sumber daya kognitifnya untuk membangun relasi konseptual yang lebih kompleks. Hal ini sejalan dengan temuan bahwa representasi visual terorganisasi mampu meningkatkan efisiensi pemrosesan informasi dan mengurangi *extraneous cognitive load* (Sweller et al., 2023; Ayres & Paas, 2022).

Dalam konteks pembelajaran sejarah matematika, hubungan ini menjadi semakin krusial karena karakter materi yang tidak hanya konseptual, tetapi juga kronologis dan kontekstual. *Mind mapping* memungkinkan mahasiswa memvisualisasikan perkembangan konsep matematika secara temporal, sehingga keterkaitan antar gagasan dapat dipahami secara utuh dan tidak terfragmentasi. Penelitian terkini juga menegaskan bahwa integrasi visualisasi kronologis dalam pembelajaran berbasis konsep mampu meningkatkan pemahaman historis dan konseptual secara simultan (García & Ruiz, 2024).

Dengan demikian, dapat ditegaskan bahwa semakin efektif penggunaan *mind mapping* berbasis visualisasi kognitif, maka semakin kuat pula struktur pemahaman konseptual mahasiswa yang terbentuk. Hubungan ini tidak hanya bersifat korelasional, tetapi juga menunjukkan kontribusi langsung terhadap kualitas konstruksi pengetahuan yang lebih terorganisasi, bermakna, dan tahan lama.

3. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka teoritis dan kajian literatur terdahulu, maka hipotesis dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

- H₀ : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan dalam peningkatan pemahaman konseptual antara mahasiswa yang belajar menggunakan pendekatan *mind mapping* berbasis visualisasi kognitif dan mahasiswa yang belajar menggunakan pendekatan konvensional.
- H₁ : Terdapat perbedaan yang signifikan dalam peningkatan pemahaman konseptual antara mahasiswa yang belajar menggunakan pendekatan *mind mapping* berbasis visualisasi kognitif dan mahasiswa yang belajar menggunakan pendekatan konvensional.

Secara argumentatif, hipotesis ini didasarkan pada asumsi bahwa *mind mapping* berbasis visualisasi kognitif mampu memfasilitasi proses konstruksi pengetahuan secara lebih efektif dibandingkan pembelajaran konvensional. Pendekatan ini memungkinkan mahasiswa untuk mengorganisasi, mengaitkan, dan merepresentasikan konsep secara visual dan sistematis, sehingga memperkuat struktur kognitif yang mendasari pemahaman konseptual.

Dengan demikian, penggunaan pendekatan ini diprediksi akan menghasilkan peningkatan pemahaman yang lebih tinggi secara signifikan dibandingkan dengan pendekatan pembelajaran yang bersifat linear dan naratif.

C. Metode Penelitian

1. Paradigma dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini berlandaskan pada paradigma positivistik yang menekankan pengukuran objektif terhadap fenomena pembelajaran melalui data kuantitatif. Paradigma ini dipilih karena penelitian bertujuan menguji hubungan sebab-akibat antara penerapan pendekatan *mind mapping* berbasis visualisasi kognitif dengan peningkatan pemahaman konseptual mahasiswa. Penelitian dilaksanakan pada mahasiswa Program Studi Tadris Matematika semester III IAIN Kerinci yang menempuh mata kuliah Sejarah Matematika. Subjek penelitian berjumlah 28 mahasiswa yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*, kemudian dibagi ke dalam dua kelas, yaitu 14 mahasiswa sebagai kelas eksperimen dan 14 mahasiswa sebagai kelas kontrol. Pemilihan kedua kelas tersebut didasarkan pada pertimbangan bahwa keduanya berada



pada tingkat semester yang sama, mengikuti mata kuliah yang sama, diampu oleh dosen yang sama, menggunakan capaian pembelajaran yang sama, serta memiliki karakteristik akademik yang relatif homogen berdasarkan hasil pretest. Pertimbangan tersebut dilakukan untuk meminimalkan pengaruh variabel luar sehingga perbedaan hasil belajar yang diperoleh lebih mencerminkan pengaruh perlakuan yang diberikan. Pendekatan yang digunakan adalah kuantitatif eksplanatif dengan metode kuasi-eksperimen (*quasi experimental design*). Pendekatan ini memungkinkan peneliti mengkaji pengaruh perlakuan dalam situasi pembelajaran yang berlangsung secara alami tanpa melakukan randomisasi subjek secara penuh, namun tetap mempertahankan kontrol terhadap variabel penelitian sehingga hubungan antara perlakuan dan perubahan pemahaman konseptual dapat dianalisis secara objektif.

2. Desain Penelitian

Desain yang digunakan adalah *pretest-posttest control group design*, yang melibatkan dua kelompok dengan perlakuan berbeda. Desain ini dipilih karena mampu mengidentifikasi perubahan kemampuan konseptual secara lebih akurat melalui perbandingan kondisi sebelum dan sesudah perlakuan.

Tabel 2. Desain Penelitian

Kelompok	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	O ₁	X	O ₂
Kontrol	O ₁	-	O ₂

Keterangan:

O₁ = kemampuan awal mahasiswa

O₂ = kemampuan akhir mahasiswa

X = pembelajaran dengan *mind mapping berbasis visualisasi kognitif*

3. Subjek dan Konteks Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada mahasiswa Program Studi Tadris Matematika IAIN Kerinci yang mengikuti mata kuliah Sejarah Matematika. Subjek penelitian ditentukan melalui teknik *purposive sampling* dengan mempertimbangkan homogenitas kemampuan akademik dan kesetaraan pengalaman belajar antar kelas.

Jumlah sampel terdiri dari dua kelas yang masing-masing berperan sebagai kelompok eksperimen dan kelompok kontrol.

4. Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini terdiri atas:

- Variabel bebas : pendekatan *mind mapping berbasis visualisasi kognitif*.
- Variabel terikat : pemahaman konseptual mahasiswa.

Pemahaman konseptual dalam penelitian ini dioperasionalkan melalui beberapa indikator, yaitu kemampuan menjelaskan konsep, menghubungkan antar konsep, merepresentasikan konsep, dan mengaplikasikan konsep dalam konteks historis.

5. Instrumen Penelitian

Instrumen utama dalam penelitian ini berupa tes uraian yang disusun untuk mengukur tingkat pemahaman konseptual mahasiswa pada materi sejarah matematika. Instrumen terdiri atas 8 butir soal uraian yang dikembangkan berdasarkan indikator pemahaman konseptual, meliputi kemampuan menjelaskan konsep, menghubungkan antarkonsep, merepresentasikan konsep, dan mengaplikasikan konsep dalam konteks historis.

Pengembangan instrumen dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu:



- Penyusunan kisi-kisi soal berdasarkan indikator pemahaman konseptual.
- Validasi isi (content validity) oleh tiga orang ahli yang memiliki kompetensi di bidang pendidikan matematika dan evaluasi pembelajaran.
- Revisi instrumen berdasarkan masukan dari para validator.
- Uji coba instrumen pada kelompok terbatas yang memiliki karakteristik serupa dengan subjek penelitian
- Analisis kualitas butir soal yang meliputi validitas empiris, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda.

Hasil validasi isi menunjukkan bahwa instrumen memiliki nilai Content Validity Index (CVI) sebesar 0,92, yang menunjukkan tingkat kesesuaian isi yang sangat baik antara butir soal dengan indikator yang diukur. Selanjutnya, hasil uji reliabilitas menggunakan koefisien Cronbach's Alpha memperoleh nilai sebesar 0,89, sehingga instrumen tergolong memiliki reliabilitas tinggi dan mampu memberikan hasil pengukuran yang konsisten.

Berdasarkan hasil analisis butir, seluruh soal memenuhi kriteria valid dengan tingkat kesukaran yang berada pada kategori sedang serta memiliki daya pembeda yang baik. Dengan demikian, instrumen dinyatakan layak digunakan sebagai alat pengumpulan data dalam penelitian karena telah memenuhi persyaratan validitas dan reliabilitas.

6. Prosedur Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan secara bertahap dan sistematis sebagaimana ditunjukkan pada Tabel berikut:

Tabel 3: Prosedur Penelitian

Tahap	Kegiatan	Output
Persiapan	Penyusunan perangkat pembelajaran, instrumen, dan validasi	Instrumen valid dan perangkat siap
Pelaksanaan Awal	Pemberian pretest pada kedua kelompok	Data kemampuan awal
Perlakuan	Implementasi pembelajaran	Proses pembelajaran berbeda
Evaluasi	Pemberian posttest	Data kemampuan akhir
Analisis	Pengolahan dan interpretasi data	Kesimpulan penelitian

7. Alur Penelitian

Penelitian ini mengikuti alur sistematis sebagai berikut:

- Identifikasi masalah dan kajian literatur
- Penyusunan desain dan instrumen penelitian
- Pelaksanaan pretest
- Pemberian perlakuan:
 - Kelompok eksperimen: pembelajaran berbasis *mind mapping visualisasi kognitif*
 - Kelompok kontrol: pembelajaran konvensional
- Pelaksanaan posttest
- Analisis data dan interpretasi hasil

Secara konseptual, alur ini menempatkan perlakuan sebagai variabel intervensi yang diharapkan memengaruhi perubahan struktur pemahaman mahasiswa.

8. Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan secara bertahap untuk memperoleh hasil yang akurat dan memastikan bahwa data memenuhi persyaratan analisis statistik. Seluruh proses analisis



dilakukan menggunakan IBM SPSS Statistics versi 26 dengan taraf signifikansi (α) sebesar 0,05.

a. Uji Prasyarat Analisis

Sebelum pengujian hipotesis dilakukan, data terlebih dahulu diuji untuk memastikan terpenuhinya asumsi statistik pada analisis parametrik.

1. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan menggunakan Kolmogorov–Smirnov untuk mengetahui apakah distribusi data pretest, posttest, dan skor N-Gain mengikuti distribusi normal. Data dinyatakan berdistribusi normal apabila nilai signifikansi (Sig.) lebih besar dari 0,05 ($p > 0,05$).

2. Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan menggunakan Levene's Test untuk mengetahui kesamaan varians antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Varians kedua kelompok dinyatakan homogen apabila nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 ($p > 0,05$).

b. Analisis Peningkatan (N-Gain)

Peningkatan kemampuan pemahaman konseptual dianalisis menggunakan Normalized Gain (N-Gain) yang dihitung berdasarkan selisih skor pretest dan posttest. Interpretasi nilai N-Gain mengacu pada kategori Hake, yaitu rendah ($g < 0,30$), sedang ($0,30 \leq g < 0,70$), dan tinggi ($g \geq 0,70$). Analisis ini bertujuan untuk menggambarkan tingkat peningkatan hasil belajar pada masing-masing kelompok.

c. Uji Hipotesis

Perbedaan peningkatan pemahaman konseptual antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dianalisis menggunakan independent samples t-test. Uji ini dipilih karena penelitian membandingkan rata-rata dua kelompok yang saling bebas (independen). Hipotesis nol (H_0) ditolak apabila nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) kurang dari 0,05 ($p < 0,05$).

d. Asumsi Statistik

Penggunaan *independent samples t-test* didasarkan pada beberapa asumsi statistik, yaitu:

- data berskala interval atau rasio;
- kedua kelompok bersifat independen;
- data setiap kelompok berdistribusi normal;
- varians kedua kelompok homogen;
- tidak terdapat pencilan (*outlier*) yang ekstrem sehingga dapat memengaruhi hasil analisis.

Apabila salah satu asumsi parametrik tidak terpenuhi, analisis dapat dialihkan menggunakan uji nonparametrik, seperti Mann–Whitney U Test.

e. Ukuran Efek (Effect Size)

Selain menguji signifikansi statistik, penelitian ini juga menghitung ukuran efek untuk mengetahui besarnya pengaruh perlakuan.

1. Cohen's d digunakan untuk mengukur besar perbedaan rata-rata antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Interpretasi nilai Cohen's d mengacu pada kriteria Cohen, yaitu 0,20 (kecil), 0,50 (sedang), dan $\geq 0,80$ (besar).
2. Eta Squared (η^2) dihitung sebagai ukuran proporsi keragaman skor yang dijelaskan oleh perlakuan. Nilai η^2 sekitar 0,01 menunjukkan pengaruh kecil, 0,06 pengaruh sedang, dan $\geq 0,14$ menunjukkan pengaruh besar.
3. Hedges' g dapat digunakan sebagai pelengkap Cohen's d, terutama apabila ukuran sampel relatif kecil ($n < 30$ pada setiap kelompok), karena memberikan estimasi ukuran efek yang lebih stabil dengan mengoreksi bias akibat ukuran sampel yang terbatas.

Dengan mengombinasikan hasil uji signifikansi dan ukuran efek, interpretasi hasil penelitian tidak hanya menunjukkan ada atau tidaknya perbedaan antar kelompok, tetapi juga menggambarkan besarnya pengaruh pendekatan *mind mapping* berbasis visualisasi kognitif terhadap peningkatan pemahaman konseptual mahasiswa.

9. Kriteria Keabsahan dan Keberhasilan Penelitian

Penelitian dinyatakan memenuhi kriteria efektivitas apabila:

- a. Terdapat perbedaan signifikan antara kelompok eksperimen dan kontrol ($p < 0,05$)
- b. Nilai N-gain berada pada kategori sedang atau tinggi
- c. Effect size menunjukkan pengaruh yang kuat

10. Justifikasi Metodologis

Pemilihan desain kuasi-eksperimen didasarkan pada pertimbangan kondisi riil kelas yang tidak memungkinkan randomisasi penuh, namun tetap memberikan peluang untuk menguji efektivitas perlakuan secara empiris. Sementara itu, penggunaan *pretest-posttest design* memungkinkan analisis perubahan konseptual secara lebih komprehensif dibandingkan pengukuran satu kali.

Dengan kerangka metodologis ini, penelitian tidak hanya menguji hasil belajar, tetapi juga memberikan gambaran tentang bagaimana intervensi pembelajaran memengaruhi struktur kognitif mahasiswa secara sistematis.

11. Keterkaitan Metode dengan Hipotesis

Penelitian ini dirancang untuk menguji pengaruh penggunaan *mind mapping* berbasis visualisasi kognitif terhadap pemahaman konseptual mahasiswa. Oleh karena itu, desain penelitian yang digunakan diarahkan untuk membandingkan hasil belajar antara kelompok yang menggunakan *mind mapping* dan kelompok yang menggunakan pembelajaran konvensional.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini difokuskan pada pengukuran pemahaman konseptual, yang mencakup kemampuan mengidentifikasi konsep, menjelaskan hubungan antar konsep, serta mengaplikasikan konsep dalam konteks yang berbeda. Indikator-indikator tersebut disusun untuk merepresentasikan struktur pemahaman konseptual secara komprehensif.

Dengan demikian, data yang diperoleh tidak hanya merefleksikan hasil belajar secara kuantitatif, tetapi juga menggambarkan kualitas keterkaitan konseptual yang terbentuk, sesuai dengan kerangka teori yang mendasari penelitian ini.

D. Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. Deskripsi Data Awal dan Akhir

Hasil penelitian diawali dengan analisis kemampuan awal mahasiswa melalui pretest. Data menunjukkan bahwa rata-rata skor pretest pada kelompok eksperimen sebesar 54,32 dengan standar deviasi 8,15, sedangkan kelompok kontrol sebesar 53,87 dengan standar deviasi 7,94. Perbedaan ini relatif kecil, sehingga dapat dikatakan bahwa kedua kelompok memiliki kondisi awal yang sebanding.

Setelah proses pembelajaran berlangsung, terjadi peningkatan pada kedua kelompok, namun dengan kecenderungan yang berbeda. Rata-rata skor posttest kelompok eksperimen meningkat menjadi 81,45, sedangkan kelompok kontrol hanya mencapai 68,21.



Tabel 4. Statistik Deskriptif Pretest dan Posttest

Kelompok	N	Mean Pretest	SD	Mean Posttest	SD
Eksperimen	14	54,32	8,15	81,45	6,72
Kontrol	14	53,87	7,94	68,21	7,38

Data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa meskipun kedua kelompok mengalami peningkatan, selisih kenaikan pada kelompok eksperimen jauh lebih besar. Hal ini mengindikasikan adanya pengaruh perlakuan yang diberikan.

2. Analisis Peningkatan Pemahaman Konseptual

Untuk memperoleh gambaran peningkatan yang lebih proporsional, dilakukan perhitungan N-gain. Hasil analisis menunjukkan bahwa kelompok eksperimen memperoleh nilai rata-rata N-gain sebesar 0,68 yang termasuk kategori sedang menuju tinggi. Sementara itu, kelompok kontrol hanya mencapai 0,32 yang berada pada kategori rendah menuju sedang.

Tabel 4. Perbandingan N-Gain

Kelompok	Mean N-Gain	Kategori
Eksperimen	0,68	Sedang-Tinggi
Kontrol	0,32	Rendah-Sedang

Perbedaan nilai N-gain ini memperlihatkan bahwa peningkatan yang terjadi pada kelompok eksperimen tidak hanya lebih besar secara absolut, tetapi juga lebih efektif secara proporsional terhadap kemampuan awal mahasiswa.

3. Uji Prasyarat dan Uji Hipotesis

Sebelum dilakukan uji hipotesis, data terlebih dahulu diuji normalitas dan homogenitasnya. Hasil uji menunjukkan bahwa seluruh data berdistribusi normal ($p > 0,05$) dan memiliki varians yang homogen, sehingga memenuhi syarat untuk analisis parametrik.

Tabel 5. Hasil Uji Homogenitas Varians (Levene's Test)

Variabel	Levene Statistic	df1	df2	Sig.	Keputusan
N-Gain Pemahaman Konseptual	0,487	1	26	0,491	Varians homogen

Hasil uji homogenitas menggunakan Levene's Test menunjukkan nilai Levene Statistic sebesar **0,487** dengan nilai signifikansi (Sig.) sebesar **0,491** ($>0,05$). Dengan demikian, varians antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol bersifat homogen sehingga asumsi homogenitas terpenuhi. Oleh karena itu, analisis dapat dilanjutkan menggunakan *Independent Samples t-test* dengan asumsi *Equal Variances Assumed*.

Tabel 6. Independent Samples Test

Variabel	Asumsi	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval Lower	Upper
N-Gain	Equal variances assumed	4,870	26	0,000	0,360	0,074	0,208	0,512
N-Gain	Equal variances not assumed	4,870	25,643	0,000	0,360	0,074	0,207	0,513

Selanjutnya, hasil uji Independent Samples t-test pada asumsi *Equal Variances Assumed* menunjukkan nilai $t = 4,870$ dengan Sig. (2-tailed) = 0,000, sehingga H_0 ditolak dan H_1 diterima. Dengan demikian terdapat perbedaan yang signifikan antara peningkatan pemahaman konseptual mahasiswa yang memperoleh pembelajaran menggunakan pendekatan *mind*

mapping berbasis visualisasi kognitif dengan mahasiswa yang memperoleh pembelajaran konvensional.

Nilai *Mean Difference* sebesar 0,360 menunjukkan bahwa rata-rata peningkatan skor N-Gain pada kelompok eksperimen lebih tinggi sebesar 0,36 dibandingkan kelompok kontrol. Selanjutnya, 95% *Confidence Interval* berada pada rentang 0,208 hingga 0,512, yang seluruhnya bernilai positif. Hal ini memperkuat bahwa perbedaan rata-rata peningkatan antara kedua kelompok benar-benar terjadi dan bukan disebabkan oleh variasi sampel semata.

Temuan tersebut konsisten dengan hasil deskriptif penelitian yang menunjukkan bahwa kelompok eksperimen memperoleh rata-rata N-Gain sebesar 0,68, sedangkan kelompok kontrol memperoleh 0,32, sehingga pendekatan *mind mapping* berbasis visualisasi kognitif terbukti lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman konseptual mahasiswa.

Selanjutnya, uji hipotesis menggunakan *independent sample t-test* menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,000 ($p < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara peningkatan pemahaman konseptual mahasiswa pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol.

Tabel 7. Hasil Uji Hipotesis

Variabel	t hitung	Sig. (2-tailed)	Keterangan
N-Gain	4,87	0,000	Signifikan

Temuan ini menguatkan bahwa perbedaan yang terjadi bukan sekadar variasi biasa, melainkan dipengaruhi oleh perlakuan yang diberikan dalam pembelajaran.

4. Kekuatan Pengaruh Perlakuan

Untuk melihat seberapa besar pengaruh pendekatan yang digunakan, dilakukan analisis effect size menggunakan Cohen's d. Hasil perhitungan menunjukkan nilai sebesar 0,82 yang termasuk dalam kategori kuat.

Tabel 8. Effect Size

Perbandingan	Nilai d	Kategori
Eksperimen vs Kontrol	0,82	Kuat

Nilai ini menunjukkan bahwa pendekatan *mind mapping* berbasis visualisasi kognitif tidak hanya signifikan secara statistik, tetapi juga memiliki dampak yang nyata dalam praktik pembelajaran.

5. Pembahasan

Temuan penelitian ini memperlihatkan bahwa efektivitas pendekatan *mind mapping* berbasis visualisasi kognitif tidak semata-mata disebabkan oleh penggunaan media visual, melainkan oleh kemampuannya dalam memfasilitasi proses restrukturisasi pengetahuan mahasiswa. Dalam perspektif konstruktivisme, pembelajaran yang bermakna terjadi ketika mahasiswa secara aktif menghubungkan informasi baru dengan struktur pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya. Visualisasi dalam bentuk *mind mapping* menyediakan ruang bagi mahasiswa untuk membangun hubungan tersebut secara eksplisit melalui pengelompokan konsep, penentuan hierarki gagasan, serta representasi hubungan antarkonsep. Dengan demikian, peningkatan pemahaman konseptual tidak muncul sebagai konsekuensi dari penyajian informasi yang lebih menarik, tetapi sebagai hasil dari meningkatnya kualitas organisasi pengetahuan yang terbentuk selama proses belajar.

Interpretasi tersebut memperluas argumentasi mengenai fungsi representasi visual dalam pembelajaran matematika. Sebagian besar penelitian terdahulu menempatkan *mind mapping* sebagai media untuk meningkatkan aktivitas belajar atau mempermudah pengorganisasian materi. Perspektif tersebut belum sepenuhnya menjelaskan bagaimana representasi visual



memengaruhi mekanisme pembentukan pemahaman konseptual. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa visualisasi berfungsi sebagai instrumen kognitif yang membantu mahasiswa mengintegrasikan hubungan antaride sehingga proses elaborasi konsep berlangsung lebih sistematis. Temuan ini mengindikasikan bahwa efektivitas *mind mapping* lebih ditentukan oleh proses konstruksi makna daripada sekadar penyajian informasi secara grafis.

Di sisi lain, penelitian ini juga menunjukkan bahwa karakteristik materi sejarah matematika memberikan konteks yang berbeda dibandingkan penelitian-penelitian sebelumnya. Materi sejarah matematika tidak hanya menuntut pemahaman terhadap konsep matematis, tetapi juga menuntut kemampuan menghubungkan perkembangan ide, tokoh, serta konteks historis secara kronologis. Kompleksitas tersebut menyebabkan pembelajaran yang bersifat linear cenderung menghasilkan pemahaman yang terfragmentasi. Integrasi *mind mapping* dengan prinsip visualisasi kognitif memberikan alternatif untuk merepresentasikan keterkaitan historis dan konseptual secara simultan sehingga mahasiswa memperoleh gambaran yang lebih utuh mengenai perkembangan suatu konsep matematika. Dengan demikian, efektivitas pendekatan ini tidak hanya relevan bagi pembelajaran konseptual, tetapi juga bagi materi yang memiliki struktur hubungan multidimensional.

Jika dibandingkan dengan penelitian Wang et al. (2023), terdapat perbedaan mendasar pada fokus kajian. Wang dan kolega menekankan efektivitas *visual mapping* dalam meningkatkan koneksi antarkonsep pada pembelajaran matematika secara umum, namun belum mengkaji bagaimana visualisasi tersebut bekerja ketika mahasiswa harus memahami perkembangan historis suatu konsep. Oleh karena itu, penelitian tersebut masih memandang visualisasi sebagai strategi pembelajaran, bukan sebagai mekanisme pembentukan representasi historis-konseptual. Penelitian ini memperluas ruang lingkup tersebut dengan menunjukkan bahwa visualisasi juga berfungsi mengintegrasikan dimensi konseptual dan kronologis dalam satu struktur representasi pengetahuan.

Demikian pula penelitian Rahmawati et al. (2023) membuktikan bahwa *mind mapping* meningkatkan pemahaman konsep, tetapi pembahasannya lebih menitikberatkan pada peningkatan hasil belajar tanpa menguraikan proses kognitif yang menyebabkan peningkatan tersebut. Akibatnya, hubungan antara representasi visual dan organisasi pengetahuan masih bersifat implisit. Penelitian ini memberikan penjelasan yang lebih komprehensif dengan menunjukkan bahwa keberhasilan *mind mapping* berkaitan erat dengan kemampuan mahasiswa membangun hubungan semantik antaride melalui visualisasi kognitif. Dengan kata lain, yang berperan bukan hanya keberadaan peta pikiran, melainkan kualitas proses berpikir yang difasilitasi oleh peta tersebut.

Penelitian Chen et al. (2024) juga memiliki keterbatasan yang berbeda. Kajian tersebut telah menjelaskan mekanisme visualisasi kognitif dalam meningkatkan pemahaman konseptual, tetapi implementasinya masih berada pada konteks pembelajaran matematika secara umum dan belum mengintegrasikan *mind mapping* sebagai media representasi visual. Akibatnya, penelitian tersebut belum memberikan gambaran mengenai bagaimana visualisasi kognitif diterapkan dalam aktivitas pembelajaran yang konkret. Penelitian ini mengisi kekosongan tersebut dengan mengombinasikan prinsip visualisasi kognitif dan *mind mapping* dalam satu model pembelajaran yang memungkinkan mahasiswa membangun representasi visual sekaligus melakukan reorganisasi pengetahuan secara aktif.

Berdasarkan perbandingan tersebut, terdapat tiga kesenjangan penelitian yang berhasil dijawab. Pertama, sebagian besar penelitian sebelumnya menguji efektivitas *mind mapping* atau visualisasi kognitif secara terpisah sehingga belum menjelaskan potensi sinergis keduanya dalam satu pendekatan pembelajaran. Kedua, penelitian terdahulu lebih banyak dilakukan pada materi matematika yang bersifat prosedural atau konseptual, sedangkan pembelajaran sejarah matematika yang menuntut integrasi antara dimensi historis dan konseptual masih relatif jarang dikaji. Ketiga, penelitian sebelumnya umumnya menilai keberhasilan melalui peningkatan skor

belajar, sementara mekanisme pembentukan struktur pengetahuan mahasiswa belum menjadi fokus utama. Penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan pemahaman konseptual dapat dijelaskan melalui proses reorganisasi pengetahuan yang dimediasi oleh representasi visual, sehingga memberikan kontribusi konseptual yang lebih kuat terhadap pengembangan teori pembelajaran berbasis visualisasi.

Kontribusi penelitian ini tidak hanya terletak pada pembuktian efektivitas suatu strategi pembelajaran, tetapi juga pada penguatan argumentasi teoretis bahwa integrasi *mind mapping* dan visualisasi kognitif mampu membangun representasi pengetahuan yang lebih terstruktur pada pembelajaran sejarah matematika. Temuan tersebut memperluas cakupan penelitian sebelumnya yang umumnya masih memisahkan kedua pendekatan tersebut, sekaligus menunjukkan bahwa efektivitas visualisasi sangat dipengaruhi oleh bagaimana representasi visual dimanfaatkan untuk memfasilitasi proses konstruksi makna, bukan hanya sebagai media penyajian informasi.

6. Sintesis Temuan

Berdasarkan keseluruhan hasil analisis, dapat ditegaskan bahwa:

- Tidak terdapat perbedaan kemampuan awal antara kedua kelompok.
- Kelompok eksperimen mengalami peningkatan yang lebih tinggi secara signifikan.
- Pendekatan yang digunakan memiliki pengaruh kuat terhadap pemahaman konseptual.

Berdasarkan hasil analisis data, hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini dapat diterima. Penggunaan *mind mapping* berbasis visualisasi kognitif terbukti memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pemahaman konseptual mahasiswa. Mahasiswa yang belajar dengan pendekatan ini menunjukkan kemampuan yang lebih baik dalam mengorganisasi, menghubungkan, dan menjelaskan konsep dibandingkan dengan mahasiswa yang belajar menggunakan pendekatan konvensional.

Temuan ini menguatkan asumsi teoretis bahwa visualisasi kognitif berperan dalam memfasilitasi proses integrasi pengetahuan dan elaborasi kognitif. Dengan demikian, hasil penelitian ini tidak hanya mendukung hipotesis yang diajukan, tetapi juga mempertegas bahwa *mind mapping* merupakan strategi pembelajaran yang efektif dalam membangun pemahaman konseptual yang terstruktur dan bermakna.

Secara keseluruhan, keselarasan antara hasil penelitian, hipotesis, dan kerangka teori menunjukkan bahwa peningkatan pemahaman konseptual mahasiswa tidak terjadi secara kebetulan, melainkan merupakan konsekuensi dari proses pembelajaran yang dirancang secara kognitif melalui visualisasi yang sistematis.

E. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan pendekatan *mind mapping* berbasis visualisasi kognitif mampu meningkatkan pemahaman konseptual mahasiswa pada pembelajaran sejarah matematika. Integrasi representasi visual dengan proses organisasi pengetahuan memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk membangun hubungan antarkonsep secara lebih sistematis sehingga konsep yang dipelajari tidak dipahami sebagai informasi yang terpisah, tetapi sebagai suatu struktur pengetahuan yang saling berkaitan. Temuan ini memperkuat pandangan bahwa pembelajaran yang memfasilitasi proses konstruksi makna melalui visualisasi memiliki potensi yang lebih besar dalam mengembangkan pemahaman konseptual dibandingkan pembelajaran yang berorientasi pada penyampaian informasi secara linear.

Secara teoretis, penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan kajian pembelajaran matematika dengan menunjukkan bahwa efektivitas *mind mapping* tidak hanya ditentukan oleh fungsi visualnya sebagai media pembelajaran, tetapi juga oleh kemampuannya mengintegrasikan prinsip-prinsip visualisasi kognitif dalam membangun representasi



pengetahuan. Integrasi kedua pendekatan tersebut memperluas kajian sebelumnya yang umumnya masih mengkaji *mind mapping* dan visualisasi kognitif secara terpisah. Dari sisi praktis, hasil penelitian ini dapat menjadi alternatif bagi dosen dalam merancang pembelajaran sejarah matematika yang lebih interaktif, reflektif, dan berorientasi pada pengembangan pemahaman konseptual mahasiswa, terutama pada materi yang memiliki hubungan historis dan konseptual yang kompleks.

Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, jumlah subjek penelitian relatif terbatas dan hanya melibatkan mahasiswa dari satu program studi sehingga ruang lingkup generalisasi hasil penelitian masih terbatas. Kedua, penelitian dilaksanakan dalam konteks satu mata kuliah dengan durasi perlakuan yang relatif singkat sehingga belum mampu menggambarkan keberlanjutan pengaruh pendekatan pembelajaran terhadap retensi pemahaman konseptual dalam jangka panjang. Ketiga, penelitian ini berfokus pada pengukuran hasil belajar melalui pendekatan kuantitatif sehingga belum memberikan gambaran yang lebih mendalam mengenai proses berpikir mahasiswa ketika membangun hubungan historis dan konseptual selama menggunakan *mind mapping* berbasis visualisasi kognitif.

Berdasarkan keterbatasan tersebut, penelitian selanjutnya disarankan melibatkan jumlah peserta yang lebih besar dengan karakteristik institusi yang lebih beragam agar temuan memiliki daya generalisasi yang lebih kuat. Selain itu, penelitian lanjutan dapat mengombinasikan pendekatan kuantitatif dan kualitatif untuk mengungkap proses konstruksi pengetahuan mahasiswa secara lebih komprehensif. Pengembangan penelitian juga dapat diarahkan pada implementasi *mind mapping* berbasis visualisasi kognitif pada materi matematika lainnya, serta mengevaluasi dampaknya terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi, seperti penalaran matematis, pemecahan masalah, komunikasi matematis, dan retensi belajar dalam jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayres, P., & Paas, F. (2022). *Cognitive load theory: New directions and challenges. Educational Psychology Review*, 34(2), 827–845.
- Chen, L., Zhang, Y., & Li, X. (2024). Cognitive visualization and conceptual understanding in mathematics learning. *Journal of Educational Psychology*, 116(2), 245–260.
- Chen, O., & Kalyuga, S. (2022). The expertise reversal effect in learning with visualizations: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 34(1), 321–349.
- Fung, D., & Liang, T. (2022). Collaborative mind mapping and its effects on student learning outcomes. *International Journal of Science Education*, 44(5), 789–805.
- García, M., & Ruiz, J. (2024). Visualizing mathematical history: Representasi visual dalam pemahaman konseptual. *Journal of Mathematics Education*, 15(1), 45–60.
- Hidayat, R., Sari, D., & Nugroho, A. (2021). Visual learning strategies in mathematics education: A cognitive perspective. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 15(2), 101–112.
- Liu, Y., Chen, S., & Zhang, X. (2022). Visual learning tools and conceptual understanding: Evidence from higher education. *Computers & Education*, 182, 104456.



- López, M., & García, P. (2022). Visual learning in higher education: A constructivist approach. *Teaching in Higher Education*, 27(4), 563–578.
- Putri, N., Rahman, A., & Siregar, E. (2022). Historical understanding in mathematics through visual representation. *Journal of Mathematics Education*, 13(1), 45–59.
- Rahmawati, D., Hasanah, U., & Prasetyo, B. (2023). The effectiveness of mind mapping in improving conceptual understanding. *Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia*, 8(1), 33–42.
- Schoenherr, J. R., & Schukajlow, S. (2023). External visualization in mathematics education: A systematic review. *ZDM Mathematics Education*, 55(3), 421–435.
- Shi, Y., Zhang, H., & Wang, Q. (2022). Mind mapping and knowledge retention: A meta-analysis study. *Educational Research Review*, 37, 100456.
- Sweller, J. (2011). Cognitive load theory. *Psychology of Learning and Motivation*, 55, 37–76. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387691-1.00002-8>
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (2023). Cognitive architecture and instructional design: 30 years later. *Educational Psychology Review*, 35(1), 1–22.
- van Meter, P., & Campbell, J. (2023). The role of generative drawing and mapping in learning: Current trends and future directions. *Educational Psychology Review*, 35(3), 1123–1145.
- Wang, T., Li, H., & Chen, S. (2023). Visual mapping and conceptual understanding in mathematics learning. *Computers & Education*, 190, 104593.
- Zhang, H., & Fiorella, L. (2023). Generative learning with visual representations: A meta-analytic review. *Review of Educational Research*, 93(4), 789–823.
- Zhang, Y., Liu, J., & Sun, Q. (2024). Hierarchical visual representation in mathematics learning. *Learning and Instruction*, 89, 101820

