

Pembelajaran Matematika Berbantuan Mathigon untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Matematis: Studi Pra-Eksperimental pada satu kelas Mahasiswa Universitas Terbuka (UT)

Sunata¹, Thesa Kandaga², Rina Indriani³

Universitas Pasundan^{1,3}, Universitas Terbuka²

Corresponding email: sunata@unpas.ac.id

ARTICLE INFO

Article History

Submission : 16-07-2026
Received : 18-08-2026
Revised : 01-09-2026
Accepted : 02-09-2026

Keywords

Mathigon;
Pembelajaran Matematika;
Pemahaman Konsep
Matematis;
Luas Lingkaran

DOI:

10.59066/ijoms.v5i2.2848

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peningkatan pemahaman konsep matematis mahasiswa setelah mengikuti pembelajaran matematika berbantuan Mathigon pada materi luas lingkaran. Penelitian ini merupakan studi pra-eksperimental dengan pendekatan kuantitatif menggunakan desain *one-group pretest-posttest*. Subjek penelitian terdiri atas 12 mahasiswa Universitas Terbuka semester 5 dalam satu kelas. Data dikumpulkan melalui tes pemahaman konsep matematis yang diberikan sebelum dan setelah pembelajaran. Pembelajaran berbantuan Mathigon dilaksanakan selama empat kali pertemuan melalui aktivitas visual, interaktif, dan manipulatif dengan mengaitkan konsep luas persegi, persegi panjang, trapesium, dan segitiga sebagai dasar dalam menemukan konsep luas lingkaran. Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif, N-Gain, uji Wilcoxon Signed-Rank, dan ukuran efek (*effect size*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata skor meningkat dari 78,00 pada pretest menjadi 85,33 pada posttest, dengan peningkatan sebesar 7,33 poin. Nilai N-Gain sebesar 0,35 menunjukkan peningkatan dalam kategori sedang. Hasil uji Wilcoxon menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara skor pretest dan posttest ($Z = -3,059$; $p < 0,001$). Ukuran efek sebesar $r = 0,883$ menunjukkan efek perubahan yang sangat besar dalam sampel penelitian. Temuan ini menunjukkan adanya peningkatan pemahaman konsep matematis mahasiswa setelah mengikuti pembelajaran berbantuan Mathigon. Namun, karena penelitian tidak menggunakan kelompok kontrol dan hanya melibatkan satu kelas dengan jumlah peserta yang terbatas, peningkatan tersebut belum dapat diinterpretasikan sebagai efek kausal Mathigon atau digeneralisasikan secara luas. Hasil penelitian memberikan indikasi awal bahwa Mathigon berpotensi mendukung pembelajaran konsep matematika melalui visualisasi, eksplorasi, manipulasi, dan pengaitan antarkonsep.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.
Copyright© 2026 by Author. Published by CV. Era Digital Nusantara



Pendahuluan

Matematika merupakan salah satu bidang ilmu yang berperan penting dalam mengembangkan kemampuan berpikir logis, kritis, sistematis, dan analitis. Pada pendidikan tinggi, pembelajaran matematika tidak hanya diarahkan agar mahasiswa mampu menyelesaikan persoalan secara prosedural, tetapi juga mampu memahami makna konsep, menghubungkan berbagai representasi matematis, memberikan alasan terhadap suatu prosedur, dan menerapkan konsep dalam situasi yang berbeda. Pemahaman konsep matematis menjadi dasar penting karena mahasiswa yang memahami konsep tidak hanya mengingat rumus, tetapi mampu menjelaskan makna konsep, mengidentifikasi

karakteristik objek matematika, menghubungkan antarkonsep, dan menggunakan konsep tersebut dalam pemecahan masalah.

Tantangan dalam pemahaman matematika masih terlihat dalam pendidikan di Indonesia. Hasil PISA 2022 menunjukkan bahwa sekitar 18% peserta didik Indonesia mencapai Level 2 atau lebih tinggi dalam matematika, dibandingkan dengan rata-rata OECD sebesar 69%. Meskipun data tersebut berasal dari peserta didik usia 15 tahun dan tidak dapat digunakan secara langsung untuk menggambarkan kemampuan mahasiswa, temuan tersebut menunjukkan adanya tantangan dalam kesinambungan pengembangan kemampuan memahami dan menggunakan konsep matematika. Pada pendidikan tinggi, tuntutan tersebut menjadi semakin kompleks karena mahasiswa perlu mengonstruksi hubungan antara konsep, simbol, representasi visual, dan penerapannya dalam pemecahan masalah.

Salah satu persoalan penting dalam pembelajaran konsep matematika adalah bagaimana membantu mahasiswa menghubungkan representasi simbolik dengan representasi visual dan tindakan terhadap objek matematika. Teori representasi multipel menjelaskan bahwa beberapa representasi eksternal dapat memberikan fungsi yang berbeda dalam membantu peserta didik memahami konsep yang kompleks. Ainsworth melalui kerangka DeFT (Design, Functions, Tasks) menjelaskan bahwa kebermanfaatan representasi multipel tidak hanya ditentukan oleh jumlah representasi yang diberikan, tetapi juga oleh fungsi representasi dan aktivitas kognitif yang dilakukan peserta didik ketika menghubungkan representasi tersebut. Dengan demikian, penggunaan representasi visual perlu dirancang agar mahasiswa secara aktif menghubungkan bentuk, hubungan, dan makna matematis, bukan sekadar melihat gambar.

Perspektif tersebut dapat diperkuat melalui Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML). Mayer menjelaskan bahwa pembelajaran multimedia didasarkan pada proses kognitif ketika peserta didik mengintegrasikan informasi verbal dan visual untuk membangun representasi mental yang bermakna. Prinsip-prinsip pembelajaran multimedia yang dikembangkan berdasarkan penelitian eksperimental menunjukkan pentingnya desain yang membantu peserta didik memilih informasi yang relevan, mengorganisasikannya, dan mengintegrasikannya dengan pengetahuan yang telah dimiliki. Kerangka ini relevan dengan pembelajaran matematika digital karena visualisasi tidak semata-mata berfungsi sebagai ilustrasi, tetapi dapat menjadi bagian dari proses konstruksi pemahaman ketika dikombinasikan dengan penjelasan dan aktivitas belajar yang tepat.

Selain representasi multipel dan multimedia, aktivitas manipulasi objek juga dapat dijelaskan melalui perspektif embodied cognition. Dalam pembelajaran matematika, tindakan terhadap objek, manipulasi, dan interaksi dengan representasi dapat membantu peserta didik membangun hubungan antara persepsi, tindakan, dan struktur matematis. Penelitian mengenai embodied cognition dalam pendidikan matematika menunjukkan bahwa manipulatif, gesture, dan teknologi digital dapat digunakan untuk menciptakan pengalaman yang memungkinkan peserta didik mengeksplorasi dan mengembangkan gagasan matematis melalui tindakan dan persepsi. Namun, interaktivitas tidak secara otomatis menghasilkan pembelajaran yang lebih baik sehingga aktivitas manipulasi harus diarahkan pada konsep yang menjadi tujuan pembelajaran.

Kerangka teoretis tersebut memberikan dasar untuk memahami potensi Mathigon dalam pembelajaran matematika. Mathigon merupakan platform pembelajaran matematika digital interaktif yang menyediakan aktivitas, simulasi, permainan, dan manipulatif virtual. Salah satu fiturnya, Polypad, memungkinkan pengguna memanipulasi objek matematika secara langsung. Karakteristik tersebut memungkinkan konsep matematika disajikan melalui representasi visual dan objek yang dapat dieksplorasi sehingga mahasiswa tidak hanya menerima informasi secara verbal atau simbolik, tetapi dapat mengamati hubungan matematis dan melakukan manipulasi terhadap representasi yang digunakan.

Penggunaan teknologi digital dalam pembelajaran matematika juga memperoleh dukungan dari penelitian sintesis. Sofroniou (2025), melalui meta-analisis mengenai teknologi digital dalam pendidikan matematika perguruan tinggi, mensintesis 88 penelitian empiris dan menggunakan 82

penelitian dalam perhitungan ukuran efek. Hasilnya menunjukkan pooled effect size sebesar $d = 1,06$, sedangkan teknologi berbasis visualisasi memiliki ukuran efek rata-rata sebesar $d = 1,63$. Temuan tersebut memberikan bukti bahwa teknologi digital, khususnya teknologi yang mendukung visualisasi, memiliki potensi untuk membantu pembelajaran matematika pada pendidikan tinggi. Namun, hasil meta-analisis tersebut mencakup berbagai jenis teknologi dan konteks pembelajaran sehingga tidak dapat secara langsung digunakan untuk menyimpulkan efektivitas Mathigon pada mahasiswa Universitas Terbuka.

Bukti empiris yang lebih spesifik mengenai Mathigon juga menunjukkan hasil yang menjanjikan. Penelitian Agustin, Apriani, dan Sali (2024) mengembangkan media berbasis Google Sites dan Mathigon untuk mendukung pemahaman konseptual. Penelitian Ihsan, Mailizar, dan Elizar (2024) mengintegrasikan Mathigon dengan pembelajaran inquiry pada materi koordinat Kartesius. Penelitian Ridwan, Rahmawati, dan Syamsuriyawati (2026) juga melaporkan peningkatan pemahaman konsep pada materi segi empat, dengan rata-rata skor meningkat dari 38,920 menjadi 84,091 dan N-Gain sebesar 0,742. Temuan-temuan tersebut memberikan indikasi bahwa Mathigon dapat digunakan sebagai lingkungan belajar yang mendukung visualisasi dan eksplorasi konsep matematika.

Meskipun demikian, masih terdapat kesenjangan penelitian. Penelitian mengenai Mathigon yang telah dilaporkan dalam dokumen ini lebih banyak dilakukan pada jenjang sekolah dasar dan menengah, sedangkan kajian pada mahasiswa masih terbatas. Selain itu, penelitian yang secara khusus mengkaji penggunaan Mathigon dalam konteks mahasiswa Universitas Terbuka, yang belajar dalam sistem pendidikan

Metode Penelitian

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode pra-eksperimental dan desain *one-group pretest-posttest*. Desain ini melibatkan satu kelompok penelitian yang diberikan pengukuran awal (*pretest*), kemudian memperoleh perlakuan berupa pembelajaran matematika berbantuan Mathigon, dan selanjutnya diberikan pengukuran akhir (*posttest*). Desain tersebut digunakan untuk memperoleh gambaran perubahan kemampuan pemahaman konsep matematis mahasiswa setelah mengikuti pembelajaran berbantuan Mathigon (Creswell & Creswell, 2023).

Desain penelitian dapat digambarkan sebagai berikut:

Tabel 1 desain penelitian

Kelompok	Pretest	Perlakuan	Posttest
Satu kelompok	O ₁	X	O ₂

Keterangan:

O₁ = *pretest* kemampuan pemahaman konsep matematis;

X = pembelajaran matematika berbantuan Mathigon;

O₂ = *posttest* kemampuan pemahaman konsep matematis.

Karena penelitian ini hanya menggunakan satu kelompok tanpa kelompok pembanding, perubahan skor *pretest* dan *posttest* tidak digunakan untuk menyimpulkan hubungan sebab-akibat secara khusus antara penggunaan Mathigon dan peningkatan kemampuan mahasiswa. Perubahan skor diposisikan sebagai hasil evaluasi awal (*pilot evaluation*) terhadap perubahan kemampuan pemahaman konsep matematis setelah mahasiswa mengikuti pembelajaran berbantuan Mathigon. Dengan demikian, faktor lain seperti pengalaman mengerjakan tes, pembelajaran yang diberikan dosen, waktu, diskusi, serta faktor eksternal lainnya tidak dapat sepenuhnya dipisahkan dari perlakuan.

Partisipan penelitian adalah mahasiswa Universitas Terbuka semester 6 Tahun Ajaran 2025/2026 yang mengikuti pembelajaran matematika. Jumlah partisipan sebanyak 12 mahasiswa yang terdiri atas 2 mahasiswa laki-laki dan 10 mahasiswa perempuan. Teknik pengambilan sampel

menggunakan *total sampling*, yaitu seluruh mahasiswa dalam satu kelas yang menjadi populasi terjangkau penelitian dilibatkan sebagai partisipan.

Penggunaan teknik *total sampling* dalam penelitian ini hanya berlaku pada kelas yang menjadi populasi terjangkau dan tidak dimaksudkan untuk merepresentasikan seluruh mahasiswa Universitas Terbuka. Jumlah partisipan yang relatif kecil serta komposisi jenis kelamin yang tidak seimbang menjadi pertimbangan dalam menginterpretasikan hasil penelitian dan membatasi generalisasi temuan. Perlakuan dalam penelitian berupa pembelajaran matematika berbantuan Mathigon. Pembelajaran dilaksanakan melalui beberapa kegiatan, yaitu orientasi dan penyampaian tujuan pembelajaran, eksplorasi materi melalui fitur interaktif Mathigon, pengamatan dan manipulasi objek matematika, identifikasi pola dan hubungan antarkonsep, diskusi, penguatan konsep, penerapan konsep dalam pemecahan masalah, serta refleksi pembelajaran.

Pada tahap awal, mahasiswa diberikan orientasi mengenai tujuan dan materi pembelajaran. Selanjutnya, mahasiswa mengeksplorasi materi menggunakan fitur interaktif yang tersedia pada Mathigon. Aktivitas eksplorasi dilakukan melalui pengamatan dan manipulasi objek matematika sehingga mahasiswa memperoleh kesempatan untuk mengidentifikasi pola, memahami hubungan antarkonsep, serta mengembangkan pemahaman melalui representasi yang bersifat interaktif. Kegiatan kemudian dilanjutkan dengan diskusi dan penguatan konsep, penerapan konsep dalam pemecahan masalah, serta refleksi terhadap proses pembelajaran.

Sebelum perlakuan diberikan, mahasiswa terlebih dahulu mengikuti *pretest* untuk memperoleh gambaran kemampuan awal pemahaman konsep matematis. Setelah seluruh rangkaian pembelajaran berbantuan Mathigon selesai dilaksanakan, mahasiswa mengikuti *posttest* untuk mengetahui perubahan kemampuan pemahaman konsep matematis. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes pemahaman konsep matematis. Tes disusun berdasarkan indikator pemahaman konsep yang meliputi kemampuan menyatakan kembali konsep, mengklasifikasikan objek berdasarkan karakteristik tertentu, memberikan contoh dan bukan contoh, menyajikan konsep dalam berbagai representasi matematis, menghubungkan antarkonsep, serta menerapkan konsep dalam pemecahan masalah. Instrumen tes terdiri atas lima butir soal yang disusun berdasarkan indikator pemahaman konsep matematis. Setiap butir soal digunakan untuk mengukur kemampuan mahasiswa dalam memahami dan menerapkan konsep matematika sesuai dengan materi yang dipelajari. Pretest dan posttest disusun berdasarkan indikator dan tingkat kesulitan yang setara.

Validitas isi instrumen dilakukan melalui *expert judgment* dengan melibatkan dua orang validator yang memiliki kompetensi dalam bidang pendidikan matematika dan evaluasi pembelajaran. Validator menilai kesesuaian setiap butir soal dengan indikator pemahaman konsep matematis, materi pembelajaran, konstruksi soal, serta kejelasan bahasa. Hasil validasi menunjukkan bahwa instrumen memperoleh nilai indeks validitas isi sebesar 0,85, sehingga instrumen dinyatakan memiliki validitas isi yang baik dan layak digunakan dalam penelitian. Instrumen penelitian tidak melalui uji coba empiris sebelum digunakan, tetapi telah melalui validasi isi melalui *expert judgment*. Validasi dilakukan untuk memastikan kesesuaian setiap butir soal dengan indikator pemahaman konsep matematis, materi pembelajaran, konstruksi soal, dan kejelasan bahasa. Perbaikan instrumen dilakukan berdasarkan saran dan masukan yang diberikan oleh validator.

Penskoran jawaban mahasiswa dilakukan berdasarkan pedoman penskoran yang telah disusun untuk setiap butir soal. Setiap butir soal memiliki rentang skor 0–4, sehingga skor maksimum keseluruhan instrumen yang terdiri atas 5 butir soal adalah 20. Penskoran dilakukan berdasarkan tingkat ketepatan dan kelengkapan jawaban mahasiswa dalam menunjukkan pemahaman terhadap konsep matematis yang diukur. Penelitian dilaksanakan melalui tiga tahap, yaitu persiapan, pelaksanaan, dan analisis data. Pada tahap persiapan, peneliti menentukan materi pembelajaran, menyusun perangkat pembelajaran berbantuan Mathigon, menyiapkan aktivitas interaktif, serta menyusun dan memvalidasi instrumen tes pemahaman konsep matematis.

Tahap pelaksanaan diawali dengan pemberian *pretest* kepada mahasiswa untuk mengetahui kemampuan awal pemahaman konsep matematis. Setelah itu, mahasiswa mengikuti pembelajaran

matematika berbantuan Mathigon sesuai dengan rangkaian kegiatan pembelajaran yang telah dirancang. Pembelajaran meliputi orientasi, eksplorasi materi menggunakan Mathigon, pengamatan dan manipulasi objek matematika, identifikasi pola dan hubungan antarkonsep, diskusi, penguatan konsep, penerapan konsep dalam pemecahan masalah, dan refleksi. Setelah pembelajaran selesai, mahasiswa diberikan *posttest* dengan indikator dan tingkat kesulitan yang setara dengan *pretest*.

Selama penelitian, data mahasiswa digunakan untuk kepentingan penelitian dan identitas partisipan dijaga kerahasiaannya. Kehadiran dan keterlibatan mahasiswa dalam rangkaian penelitian dicatat sebagai bagian dari pelaksanaan penelitian.

Sebelum penelitian dilaksanakan, seluruh partisipan diberikan informasi mengenai tujuan, prosedur, manfaat, serta hak partisipan dalam penelitian dan diminta memberikan persetujuan melalui informed consent. Setiap pertemuan dilaksanakan selama 100 menit dengan mode pembelajaran daring. Selama penelitian, partisipan menggunakan laptop dan memerlukan akses internet yang memadai untuk mendukung kegiatan pembelajaran dan pengumpulan data. Keikutsertaan dalam penelitian bersifat sukarela, dan partisipan berhak mengundurkan diri tanpa konsekuensi akademik. Keikutsertaan maupun ketidakikutsertaan dalam penelitian tidak memengaruhi nilai mata kuliah yang diperoleh mahasiswa.

Teknik Analisis Data

Data penelitian berupa skor *pretest* dan *posttest* dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan inferensial. Analisis deskriptif digunakan untuk memperoleh gambaran kemampuan mahasiswa sebelum dan setelah pembelajaran, meliputi nilai rata-rata, median, standar deviasi, skor minimum, dan skor maksimum. Selain itu, perubahan skor dihitung berdasarkan selisih antara skor *posttest* dan *pretest*. Sebelum dilakukan pengujian perbedaan, uji normalitas dilakukan menggunakan Shapiro–Wilk terhadap skor selisih (*difference scores*), yaitu selisih antara skor *posttest* dan *pretest*. Pengujian dilakukan untuk menentukan teknik analisis inferensial yang sesuai dengan karakteristik data. Apabila skor selisih berdistribusi normal, perbedaan skor *pretest* dan *posttest* dianalisis menggunakan *paired samples t-test*. Sebaliknya, apabila skor selisih tidak memenuhi asumsi normalitas, analisis dilakukan menggunakan *Wilcoxon signed-rank test*. Uji Wilcoxon digunakan karena data berasal dari dua pengukuran yang berpasangan pada subjek yang sama dan dapat digunakan sebagai alternatif terhadap *paired samples t-test* ketika asumsi normalitas tidak terpenuhi (NIST, 2024).

Apabila analisis menggunakan *Wilcoxon signed-rank test*, hasil pengujian dilaporkan dengan mencantumkan jumlah *positive ranks*, *negative ranks*, dan *ties*, nilai statistik uji W/V sesuai dengan perangkat lunak yang digunakan, serta nilai *p* eksak karena jumlah sampel relatif kecil. Selain itu, median dan *interquartile range* (IQR) digunakan untuk melengkapi gambaran distribusi data.

Peningkatan kemampuan pemahaman konsep matematis juga dianalisis menggunakan N-Gain. Perhitungan N-Gain dilakukan dengan membandingkan perubahan skor *pretest* dan *posttest* terhadap skor maksimum yang dapat diperoleh mahasiswa. Rumus N-Gain yang digunakan adalah:
N-Gain = (Skor *posttest* – Skor *pretest*) / (Skor maksimum – Skor *pretest*)
Nilai N-Gain dihitung berdasarkan rata-rata N-Gain setiap mahasiswa/rata-rata skor *pretest* dan *posttest*. Kemudian diinterpretasikan berdasarkan kategori N-Gain yang digunakan dalam penelitian.

Selain N-Gain, *effect size* digunakan untuk menggambarkan besarnya perubahan skor secara praktis. Untuk hasil *Wilcoxon signed-rank test*, ukuran efek dihitung menggunakan rumus:

$$r = |Z| / \sqrt{N}$$

dengan *r* merupakan ukuran efek, *Z* merupakan nilai statistik uji, dan *N* merupakan jumlah pasangan data yang memiliki perbedaan skor tidak sama dengan nol (*non-zero pairs*) (Rosenthal, 1991; Pallant, 2020). Interpretasi ukuran efek dilakukan berdasarkan kriteria yang dirujuk dalam penelitian.

Hasil peningkatan skor, uji perbedaan, N-Gain, dan *effect size* digunakan untuk menggambarkan perubahan kemampuan pemahaman konsep matematis mahasiswa setelah mengikuti pembelajaran berbantuan Mathigon. Hasil penelitian tidak digunakan untuk mengklaim

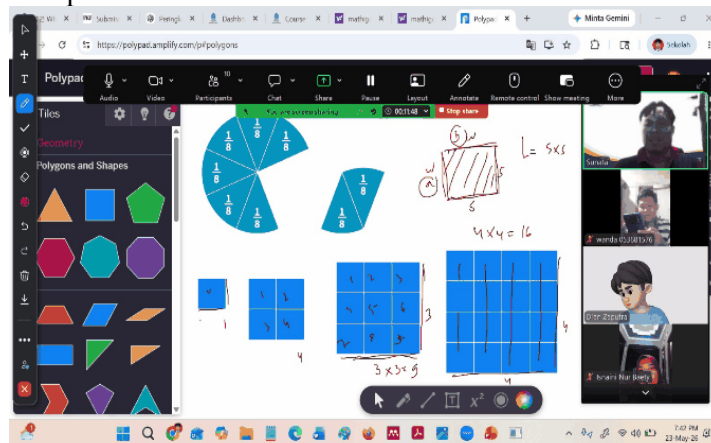
efektivitas kausal Mathigon secara definitif karena desain penelitian tidak menggunakan kelompok pembanding. Oleh karena itu, temuan penelitian diposisikan sebagai evaluasi awal terhadap perubahan kemampuan pemahaman konsep matematis setelah penerapan pembelajaran berbantuan Mathigon.

Hasil dan Pembahasan

Analisis Hasil

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan perubahan pemahaman konsep matematis mahasiswa setelah mengikuti pembelajaran matematika berbantuan Mathigon pada materi luas lingkaran. Penelitian melibatkan 12 mahasiswa Universitas Terbuka semester 6. Pengukuran dilakukan melalui pretest sebelum pembelajaran dan posttest setelah rangkaian pembelajaran selesai. Pembelajaran dilaksanakan dalam empat kali pertemuan yang mencakup materi nilai π (ϕ), keliling lingkaran, dan luas lingkaran melalui keterkaitan dengan konsep luas persegi panjang, segitiga, dan trapesium.

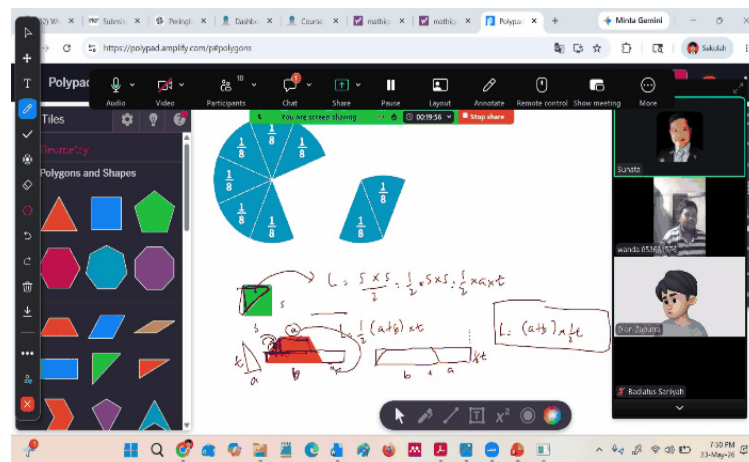
Berdasarkan hasil pretes dari 12 mahasiswa UT semester 6 yang mendapat nilai 72 sebanyak 2 orang, 75 sebanyak 3 orang, 80 sebanyak 5 orang, 82 sebanyak 1 orang, 85 sebanyak 1 orang. Nilai rata-rata pada *pretest* adalah 78. Setelah melaksanakan *pretest* kemudian dilanjutkan dengan melakukan *treatment* berupa pembelajaran matematika berbantuan Mathigon Materi pembelajaran yang diajarkan selama proses penelitian berlangsung empat kali pertemuan meliputi : nilai π (ϕ), keliling lingkaran, dan mencari luas daerah lingkaran dengan pendekatan rumus bangun datar persegi panjang, segitiga dan trapesium.



Gambar 1. Konsep Luas persegi = $S \times S$

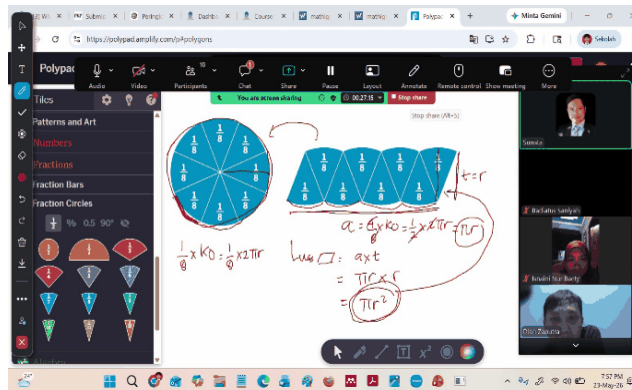
Pada tahap apersepsi, dosen mengawali pembelajaran dengan mengaktifkan kembali pengetahuan awal mahasiswa mengenai konsep luas bangun datar, khususnya luas persegi dan persegi panjang, sebagai pengetahuan prasyarat untuk mempelajari luas lingkaran. Alreshidi (2023) menunjukkan bahwa penguatan dan aktivasi pengetahuan awal yang relevan sebelum pembelajaran topik baru dapat mendukung pencapaian matematika, termasuk pengetahuan konseptual. Melalui aktivitas interaktif berbantuan Mathigon, mahasiswa diajak mengamati dan mengeksplorasi susunan satuan persegi untuk memahami bahwa luas merupakan banyaknya satuan persegi yang dapat menutupi suatu bidang. Mahasiswa mengamati bahwa persegi dengan panjang sisi 2 satuan terdiri atas 2 baris dan 2 kolom sehingga luasnya $2 \times 2 = 4$ satuan persegi, persegi dengan sisi 3 satuan memiliki luas $3 \times 3 = 9$ satuan persegi, dan persegi dengan sisi 4 satuan memiliki luas $4 \times 4 = 16$ satuan persegi. Berdasarkan pengamatan tersebut, mahasiswa diarahkan untuk menemukan pola bahwa luas persegi diperoleh dari perkalian panjang sisi dengan sisi lainnya, sehingga dapat dirumuskan $L = S \times S = S^2$. Selanjutnya, konsep tersebut dihubungkan dengan luas persegi panjang melalui hubungan $L = p \times l$, sehingga mahasiswa memiliki dasar untuk memahami bahwa luas suatu bangun dapat ditentukan berdasarkan ukuran unsur-unsur pembentuknya dan bahwa suatu bangun

dapat diubah atau disusun kembali tanpa mengubah luasnya. Sejalan dengan itu, Adawiyah, Meiliasari, dan Aziz (2022) menemukan bahwa pengetahuan matematika sebelumnya memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kemampuan pemahaman konsep matematis. Dosen kemudian mengarahkan mahasiswa pada permasalahan luas lingkaran dengan menunjukkan lingkaran yang dibagi menjadi beberapa sektor dan mengajak mahasiswa mengeksplorasi kemungkinan penyusunan kembali sektor-sektor tersebut menjadi bentuk yang menyerupai persegi panjang atau jajar genjang. Melalui proses manipulasi dan pengamatan secara interaktif menggunakan Mathigon, mahasiswa dapat melihat hubungan antara jari-jari lingkaran, keliling lingkaran, dan luas bangun hasil penyusunan sektor. Aktivitas apersepsi tersebut tidak hanya bertujuan mengingat kembali rumus luas persegi dan persegi panjang, tetapi juga membangun pemahaman konseptual mahasiswa melalui pengamatan, eksplorasi, representasi visual, dan pengaitan konsep lama dengan konsep baru, sehingga mahasiswa memiliki bekal untuk menemukan dan memahami rumus luas lingkaran secara bermakna.



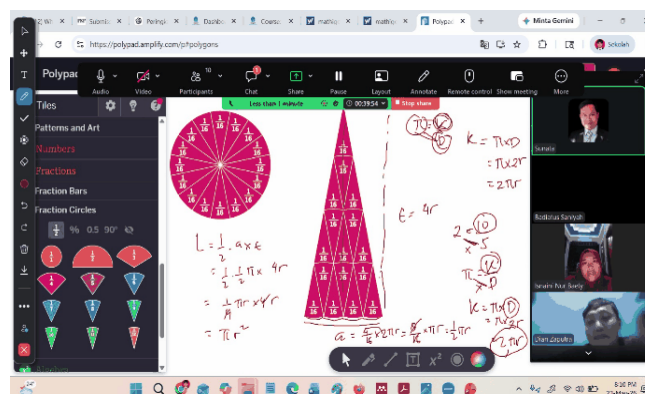
Gambar 2. Konsep Luas Trapesium = $\frac{1}{2} (a+b).t$

Pada Gambar 2, kegiatan pembelajaran diarahkan untuk mengingat kembali dan membangun pemahaman mahasiswa mengenai konsep luas trapesium sebagai salah satu pengetahuan prasyarat dalam mempelajari konsep luas bangun datar selanjutnya. Dosen mengajak mahasiswa mengamati bentuk trapesium serta mengidentifikasi unsur-unsurnya, yaitu sisi sejajar a dan b serta tinggi t . Melalui aktivitas visual dan interaktif berbantuan Mathigon, mahasiswa diarahkan untuk memahami bahwa rumus luas trapesium tidak sekadar dihafalkan, tetapi dapat ditemukan melalui proses mengubah dan menyusun kembali bentuk geometri. Mahasiswa dapat mengamati bahwa dua trapesium yang kongruen apabila digabungkan akan membentuk suatu jajar genjang dengan panjang alas $(a + b)$ dan tinggi t . Berdasarkan konsep luas jajar genjang, yaitu $L = \text{alas} \times \text{tinggi}$, diperoleh luas gabungan kedua trapesium sebesar $(a + b) \times t$. Karena bangun tersebut terdiri atas dua trapesium yang sama besar, maka luas satu trapesium adalah setengah dari luas gabungan, sehingga diperoleh rumus $L = \frac{1}{2} \times (a + b) \times t$. Kegiatan ini memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk mengonstruksi kembali konsep luas melalui representasi visual, menghubungkan konsep trapesium dengan jajar genjang, serta menjelaskan alasan matematis terbentuknya rumus. Ponte, Viseu, Neto, dan Aires (2023) meneliti penggunaan manipulatif dalam pembelajaran geometri. Hasilnya menunjukkan bahwa kegiatan mengeksplorasi, memanipulasi, membangun, menguraikan, dan menyusun kembali bentuk-bentuk geometri membantu siswa memahami karakteristik dan hubungan antarbentuk geometri. Penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa manipulasi bentuk dapat mengaktifkan pengetahuan sebelumnya dan mendorong siswa membangun konsep melalui pengamatan dan eksplorasi. Dengan demikian, apersepsi pada Gambar 2 tidak hanya mengingatkan mahasiswa terhadap rumus luas trapesium, tetapi juga memperkuat pemahaman konseptual melalui proses eksplorasi, manipulasi, dan penalaran matematis berbantuan media interaktif.



Gambar 3. Rumus Lingkaran Melalui Persegi Panjang

Setelah mahasiswa dinilai telah memiliki pemahaman yang kuat dalam menerapkan rumus dasar luas berbagai bangun datar, pembelajaran dilanjutkan pada kegiatan menemukan rumus luas lingkaran melalui pendekatan luas persegi panjang atau jajar genjang. Berdasarkan Gambar 3, dengan bantuan Mathigon, sebuah lingkaran dibagi menjadi 8 juring yang sama besar, kemudian juring-juring tersebut dipindahkan dan disusun secara berselang-seling antara bagian atas dan bawah sehingga membentuk bangun yang menyerupai persegi panjang atau jajar genjang. Melalui aktivitas manipulatif tersebut, mahasiswa mengamati bahwa penyusunan kembali juring tidak mengubah luas keseluruhan lingkaran. Selanjutnya, mahasiswa diarahkan untuk menentukan ukuran bagian-bagian bangun hasil penyusunan. Tinggi bangun diketahui sama dengan jari-jari lingkaran, yaitu r , sedangkan panjang alas merupakan setengah dari keliling lingkaran. Karena keliling lingkaran adalah $K = 2 \times \pi \times r$, maka setengah kelilingnya adalah $\frac{1}{2} \times (2 \times \pi \times r) = \pi \times r$. Temuan tersebut juga sejalan dengan Rahayu et al. (2025) yang menemukan bahwa penggunaan Mathigon dalam pembelajaran geometri membantu peserta didik memahami struktur, sifat, dan aplikasi objek geometri melalui eksplorasi visual. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara hasil *pretest* dan *posttest* setelah pembelajaran menggunakan Mathigon. Dengan menggunakan konsep luas persegi panjang atau jajar genjang, yaitu $L = \text{alas} \times \text{tinggi}$, mahasiswa memperoleh $L = \pi \times r \times r$, sehingga dapat menyimpulkan bahwa rumus luas lingkaran adalah $L = \pi r^2$. Proses ini memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk menemukan rumus melalui pengamatan, manipulasi, visualisasi, dan penalaran matematis, bukan sekadar menghafalkan rumus yang diberikan. Penggunaan Mathigon memungkinkan mahasiswa secara langsung melihat perubahan susunan juring dan hubungan antara unsur lingkaran dengan konsep luas bangun datar yang telah dipelajari sebelumnya, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih interaktif dan mendukung terbentuknya pemahaman konsep matematis yang bermakna.



Gambar 4. Rumus Lingkaran Melalui Segitiga

Setelah mahasiswa dinilai telah memiliki pemahaman yang kuat dalam menerapkan rumus dasar luas berbagai bangun datar, pembelajaran dilanjutkan pada kegiatan menemukan rumus luas

lingkaran melalui pendekatan rumus luas segitiga. Dengan bantuan Mathigon, lingkaran dibagi menjadi beberapa juring yang sama besar, kemudian juring-juring tersebut dipandang sebagai bentuk segitiga dengan tinggi yang mendekati jari-jari lingkaran. Mahasiswa diajak mengamati bahwa semakin banyak juring yang terbentuk, bagian lengkung pada sisi juring semakin kecil sehingga susunannya semakin menyerupai kumpulan segitiga yang memiliki tinggi sama, yaitu r , dan alas yang jika dijumlahkan merupakan keliling lingkaran, yaitu $K = 2 \times \pi \times r$. Berdasarkan konsep luas segitiga, yaitu $L = \frac{1}{2} \times \text{alas} \times \text{tinggi}$, mahasiswa diarahkan untuk menjumlahkan luas seluruh segitiga yang terbentuk. Karena jumlah seluruh alas segitiga sama dengan keliling lingkaran dan tinggi setiap segitiga sama dengan jari-jari lingkaran, maka luas lingkaran dapat dinyatakan sebagai $L = \frac{1}{2} \times K \times r$. Dengan menggunakan $K = 2 \times \pi \times r$, diperoleh $L = \frac{1}{2} \times (2 \times \pi \times r) \times r = \pi \times r^2$. Melalui kegiatan tersebut, mahasiswa dapat menemukan bahwa rumus luas lingkaran dapat diperoleh dari konsep luas segitiga yang telah dipahami sebelumnya. Hal ini sejalan dengan Geçici dan Türnüklü (2021) yang menjelaskan bahwa penalaran visual dalam pembelajaran matematika melibatkan penggunaan representasi visual dan visualisasi yang dapat mengantarkan peserta didik menuju pemikiran matematis. Aktivitas berbantuan Mathigon memberikan pengalaman visual dan manipulatif kepada mahasiswa untuk mengamati hubungan antara juring, alas segitiga, tinggi segitiga, keliling, dan jari-jari lingkaran. Dengan demikian, mahasiswa tidak hanya menghafalkan rumus $L = \pi r^2$, tetapi memahami proses terbentuknya rumus melalui pengaitan konsep yang telah dipelajari dengan konsep baru, sehingga pemahaman konsep matematis menjadi lebih bermakna.

Setelah sudah memahami mahasiswa diberikan tes postes sebagai asesmen seberapa faham dalam menemukan konsep luas lingkaran. Berdasarkan hasil posttest terhadap 12 mahasiswa, diperoleh nilai yang bervariasi, yaitu 80, 82, 95, 85, 82, 85, 85, 85, 80, 80, 90, dan 95. Nilai tertinggi yang diperoleh mahasiswa adalah 95, sedangkan nilai terendah adalah 80. Berdasarkan keseluruhan hasil tersebut, diperoleh nilai rata-rata sebesar 85. Hasil ini menunjukkan bahwa setelah mengikuti pembelajaran matematika berbantuan Mathigon, kemampuan mahasiswa dalam memahami konsep matematika berada pada kategori baik. Temuan penelitian ini juga sejalan dengan Indriani, Ihsanudin, dan Khaerunnisa (2026) yang menemukan bahwa penggunaan media Mathigon memberikan hasil belajar matematika yang lebih baik dibandingkan pembelajaran dengan metode tradisional pada materi operasi bilangan bulat. Temuan tersebut menunjukkan bahwa media digital interaktif dapat menjadi alternatif untuk meningkatkan kualitas pengalaman belajar matematika. Sebagian besar mahasiswa memperoleh nilai pada rentang 80–85, sementara beberapa mahasiswa mampu mencapai nilai 90 dan 95. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa mahasiswa telah mampu memahami dan menerapkan konsep matematika yang dipelajari, termasuk menghubungkan konsep luas berbagai bangun datar dalam proses menemukan rumus luas lingkaran. Penggunaan Mathigon yang memberikan pengalaman belajar secara visual, interaktif, dan manipulatif diduga membantu mahasiswa dalam mengonstruksi konsep secara lebih bermakna. Dengan demikian, hasil posttest dengan rata-rata 85 memberikan gambaran bahwa pembelajaran berbantuan Mathigon memberikan hasil yang positif terhadap pemahaman konsep matematis mahasiswa. Namun, untuk menyimpulkan efektivitas secara lebih kuat, hasil posttest perlu dibandingkan dengan nilai pretest, kemudian dianalisis menggunakan N-Gain dan uji statistik yang sesuai.

1. Deskripsi Skor Pretest dan Posttest

Hasil pretest dan posttest untuk masing-masing mahasiswa disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Skor Pretest, Posttest, dan Perubahan Skor

Mahasiswa	Pretest	Posttest	Perubahan (Posttest–Pretest)
S1	72	80	8
S2	72	82	10
S3	85	95	10
S4	82	85	3

S5	75	82	7
S6	80	85	5
S7	80	85	5
S8	80	85	5
S9	75	80	5
S10	75	80	5
S11	80	90	10
S12	80	95	15
Rerata	78,00	85,33	7,33
SD	4,09	5,37	3,39
Median	80,00	85,00	6,00
IQR	5,00	4,75	5,00
Minimum–Maksimum	72–85	80–95	3–15

Berdasarkan Tabel 1, rerata skor meningkat dari 78,00 pada pretest menjadi 85,33 pada posttest. Dengan demikian, rerata perubahan skor adalah 7,33 poin. Secara individual, seluruh 12 mahasiswa mengalami kenaikan skor. Besarnya kenaikan berkisar antara 3 sampai 15 poin.

Pada pretest, median skor adalah 80,00 dengan IQR 5,00 dan rentang skor 72–85. Pada posttest, median meningkat menjadi 85,00 dengan IQR 4,75 dan rentang 80–95. Perubahan tersebut menunjukkan adanya pergeseran skor ke arah yang lebih tinggi setelah rangkaian pembelajaran. Namun demikian, hasil deskriptif tersebut sebaiknya dipahami sebagai perubahan skor setelah intervensi, bukan sebagai bukti kausal bahwa perubahan tersebut semata-mata disebabkan oleh penggunaan Mathigon. Desain penelitian yang menggunakan satu kelompok pretest–posttest tidak menyediakan kelompok pembandingan yang dapat digunakan untuk memisahkan kontribusi Mathigon dari kemungkinan faktor lain. Secara individual, peningkatan terbesar terjadi pada S12, yaitu 15 poin, dari 80 menjadi 95. Sementara itu, peningkatan terkecil terjadi pada S4, yaitu 3 poin, dari 82 menjadi 85. Konsistensi arah perubahan terlihat dari seluruh peserta yang memperoleh skor posttest lebih tinggi daripada skor pretest. Tidak terdapat peserta yang mengalami penurunan skor maupun skor yang tetap.

2. Perubahan Skor Individual

Karena data pretest dan posttest berasal dari mahasiswa yang sama, perubahan individual menjadi informasi penting selain perbandingan rerata. Berdasarkan 12 pasangan skor, seluruh mahasiswa menunjukkan perubahan positif. Besarnya perubahan masing-masing mahasiswa adalah 8, 10, 10, 3, 7, 5, 5, 5, 5, 5, 10, dan 15 poin. Median perubahan adalah 6 poin, sedangkan IQR sebesar 5 poin. Rerata perubahan sebesar 7,33 poin dengan SD 3,39. Dengan demikian, pola perubahan tidak hanya disebabkan oleh satu atau dua mahasiswa dengan kenaikan ekstrem. Sebagian besar mahasiswa mengalami kenaikan antara 5 dan 10 poin, sedangkan satu mahasiswa mengalami kenaikan 15 poin. Temuan ini memperlihatkan bahwa arah perubahan skor relatif konsisten pada seluruh peserta. Untuk penelitian dengan data berpasangan, pola tersebut lebih informatif apabila ditampilkan menggunakan *paired-line plot*, yaitu setiap mahasiswa dihubungkan dari skor pretest menuju skor posttest. Visualisasi demikian dapat memperlihatkan secara langsung bahwa seluruh garis bergerak ke arah skor yang lebih tinggi. Apabila ruang publikasi terbatas, Tabel 1 dapat digunakan sebagai alternatif karena telah menyajikan skor individual sekaligus *difference score*.

3. Analisis N-Gain

Analisis N-Gain digunakan untuk menggambarkan peningkatan skor dengan mempertimbangkan ruang peningkatan yang masih tersedia dari skor awal. Hasil perhitungan individual menunjukkan N-Gain.

Tabel 2 Uji N-Gain

Mahasiswa	Pretest	Posttest	N-Gain
S1	72	80	0,29
S2	72	82	0,36
S3	85	95	0,67
S4	82	85	0,17
S5	75	82	0,28
S6	80	85	0,25
S7	80	85	0,25
S8	80	85	0,25
S9	75	80	0,20
S10	75	80	0,20
S11	80	90	0,50
S12	80	95	0,75
Rata-rata	78,00	85,33	0,35

Nilai tersebut menunjukkan bahwa peningkatan ternormalisasi secara keseluruhan berada pada kategori sedang berdasarkan kriteria kategorisasi N-Gain yang digunakan dalam penelitian. Temuan ini melengkapi hasil difference score: mahasiswa mengalami peningkatan skor secara konsisten, tetapi besarnya peningkatan relatif terhadap skor maksimum belum berada pada tingkat yang tinggi secara keseluruhan. Perlu diperhatikan bahwa N-Gain dan effect size Wilcoxon memberikan informasi yang berbeda. N-Gain mempertimbangkan seberapa besar skor meningkat dibandingkan dengan ruang peningkatan yang tersedia, sedangkan effect size dari uji Wilcoxon menggambarkan kekuatan perubahan berdasarkan statistik uji. Oleh karena itu, nilai N-Gain sebesar 0,35 tidak bertentangan dengan effect size Wilcoxon yang besar. Interpretasi N-Gain juga perlu mempertimbangkan skor awal mahasiswa. Skor pretest berada pada rentang 72–85, sehingga beberapa mahasiswa telah memiliki skor awal relatif tinggi dan memiliki ruang peningkatan yang lebih terbatas dibandingkan mahasiswa dengan skor awal lebih rendah. Kondisi tersebut dapat menyebabkan kemungkinan *ceiling effect*, sehingga N-Gain perlu ditafsirkan secara hati-hati.

4. Uji Normalitas

Uji Shapiro–Wilk dalam analisis awal menghasilkan nilai $W = 0,900$ dengan $p = 0,161$ untuk pretest dan $W = 0,839$ dengan $p = 0,027$ untuk posttest. Hasil tersebut menunjukkan bahwa distribusi skor posttest berbeda dari distribusi normal pada taraf signifikansi 5%. Namun, karena data yang dibandingkan merupakan data berpasangan, perhatian metodologis utama untuk menentukan penggunaan uji parametrik terhadap perubahan skor seharusnya diarahkan pada *difference scores*, yaitu skor posttest dikurangi skor pretest. Oleh sebab itu, keputusan penggunaan Wilcoxon dalam penelitian ini tidak sebaiknya didasarkan hanya pada perbandingan normalitas pretest dan posttest secara terpisah. Dengan mempertimbangkan ukuran sampel yang kecil ($n = 12$), sifat data berpasangan, serta tujuan untuk menguji perubahan skor individual, analisis Wilcoxon Signed-Rank Test digunakan sebagai analisis inferensial utama. Setelah dilakukan pengolahan data nilai hasil pretest dan posttest dilanjutkan dengan menghitung normalitas terlihat pada tabel 3.

Tabel 3 Hasil Uji Normalitas

Data	N	Statistik Shapiro-Wilk (W)	Sig. (p)	Keterangan
Pretest	12	0,900	0,161	Normal
Posttest	12	0,839	0,027	Tidak normal

Dasar pengambilan keputusan:

- Jika $\text{Sig.} > 0,05 \rightarrow$ data berdistribusi normal.
- Jika $\text{Sig.} \leq 0,05 \rightarrow$ data tidak berdistribusi normal.

Uji normalitas dilakukan menggunakan metode Shapiro-Wilk karena jumlah subjek penelitian kurang dari 50 mahasiswa. Hasil pengujian menunjukkan bahwa data pretest memperoleh nilai statistik Shapiro-Wilk sebesar 0,900 dengan nilai signifikansi $0,161 > 0,05$, sehingga data pretest dinyatakan berdistribusi normal. Sementara itu, data posttest memperoleh nilai statistik Shapiro-Wilk sebesar 0,839 dengan nilai signifikansi $0,027 < 0,05$, sehingga data posttest dinyatakan tidak berdistribusi normal. Dengan demikian, data pretest dan posttest tidak memenuhi asumsi normalitas secara keseluruhan. Selanjutnya dilakukan Uji *Wilcoxon Signed-Rank Test*.

5. Uji Wilcoxon Signed-Rank Test

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh 12 mahasiswa mempunyai difference score positif. Dengan demikian, terdapat 12 *positive ranks*, 0 *negative ranks*, dan 0 *ties*.

Tabel 4. Hasil Wilcoxon Signed-Rank Test

Komponen	Nilai
<i>Positive ranks</i>	12
<i>Negative ranks</i>	0
<i>Ties</i>	0
<i>N</i>	12
<i>Wilcoxon W</i>	0
<i>Z</i>	-3,059
<i>Exact two-sided p</i>	0,000488
<i>Asymptotic two-sided p</i>	< 0,001

Hipotesis penelitian:

- H_0 : Tidak terdapat perbedaan pemahaman konsep matematis mahasiswa antara sebelum dan sesudah pembelajaran berbantuan Mathigon.
- H_1 : Terdapat perbedaan pemahaman konsep matematis mahasiswa antara sebelum dan sesudah pembelajaran berbantuan Mathigon.

Hasil Wilcoxon menunjukkan $W = 0$ dan $Z = -3,059$. Dengan perhitungan exact untuk 12 pasangan tanpa ties, diperoleh $p = 0,000488$ (*two-sided*), sehingga dapat dilaporkan sebagai $p < .001$. Dengan demikian, terdapat bukti statistik bahwa skor pemahaman konsep matematis pada posttest berbeda dari skor *pretest*. Arah perubahan dapat diketahui dari ranks, yaitu seluruh peserta memiliki positive rank dan tidak terdapat negative rank maupun ties. Artinya, perbedaan yang teridentifikasi oleh uji Wilcoxon seluruhnya bergerak ke arah peningkatan skor *posttest*. Hasil tersebut memperkuat temuan deskriptif bahwa setelah rangkaian pembelajaran, skor pemahaman konsep matematis mahasiswa mengalami perubahan positif. Akan tetapi, signifikansi statistik tidak dengan sendirinya membuktikan bahwa Mathigon merupakan satu-satunya penyebab perubahan tersebut. Interpretasi kausal perlu mempertimbangkan desain penelitian satu kelompok tanpa kelompok kontrol.

6. Besaran Perubahan dan Effect Size

Selain signifikansi statistik, besarnya perubahan perlu dilaporkan agar hasil penelitian tidak hanya bergantung pada p-value. Berdasarkan difference score, rerata perubahan adalah 7,33 poin dengan SD 3,39. Interval kepercayaan 95% untuk rerata perubahan adalah sekitar 5,18 hingga 9,49 poin. Dengan demikian, berdasarkan data penelitian ini, perubahan rerata skor diperkirakan berada dalam kisaran sekitar 5,18–9,49 poin pada tingkat kepercayaan 95%. Effect size berdasarkan statistik Wilcoxon dihitung menggunakan rumus:

$$r = |Z| / \sqrt{N}$$

Dengan $Z = -3,059$ dan $N = 12$, diperoleh:

$$r = 3,059 / \sqrt{12} = 0,883$$

Tabel 5 Uji Effect Size

	<i>Posttest – Pretest</i>
<i>Z</i>	-3,059
<i>Asymp. Sig. (2-tailed)</i>	< 0,001

Nilai tersebut menunjukkan ukuran efek yang besar berdasarkan kriteria interpretasi yang digunakan dalam penelitian. Namun, nilai r ini perlu ditafsirkan bersama dengan N-Gain sebesar 0,35. Effect size yang besar menunjukkan bahwa perubahan skor sangat konsisten secara statistik pada peserta penelitian, sedangkan N-Gain yang sedang menunjukkan bahwa peningkatan relatif terhadap ruang skor yang tersedia berada pada tingkat sedang. Karena seluruh peserta mengalami peningkatan, nilai effect size berbasis Wilcoxon juga mencerminkan konsistensi arah perubahan yang sangat kuat. Oleh karena itu, nilai $r = 0,883$ tidak seharusnya diterjemahkan langsung sebagai bukti bahwa Mathigon memiliki “pengaruh kuat” secara kausal. Istilah yang lebih tepat adalah bahwa penelitian menemukan perubahan skor yang besar dan konsisten setelah pembelajaran berbantuan Mathigon. *Confidence interval effect size* tidak dihitung dari informasi statistik yang tersedia dalam naskah. Jika perangkat lunak yang digunakan dalam analisis menyediakan interval kepercayaan untuk ukuran efek yang dipilih, nilai tersebut perlu ditambahkan pada versi final artikel agar pelaporan effect size lebih lengkap.

Untuk mengetahui besarnya pengaruh pembelajaran matematika berbantuan Mathigon terhadap pemahaman konsep matematis mahasiswa, dilakukan analisis effect size berdasarkan hasil uji *Wilcoxon Signed-Rank Test*. Hasil perhitungan menggunakan rumus $r = |Z|/\sqrt{N}$ dengan nilai Z sebesar -3,059 dan jumlah sampel sebanyak 12 mahasiswa menghasilkan effect size sebesar 0,88. Berdasarkan kriteria interpretasi effect size, nilai tersebut termasuk dalam kategori sangat besar. Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun peningkatan kemampuan berdasarkan nilai N-Gain sebesar 0,35 berada pada kategori sedang, perubahan skor yang terjadi antara pretest dan posttest memiliki ukuran efek yang sangat besar. Dengan demikian, pembelajaran matematika berbantuan Mathigon menunjukkan pengaruh yang kuat terhadap perubahan pemahaman konsep matematis mahasiswa.

Pembahasan

1. Perubahan Pemahaman Konsep Matematis Setelah Pembelajaran

Hasil penelitian menunjukkan adanya perubahan positif pada pemahaman konsep matematis mahasiswa setelah mengikuti pembelajaran berbantuan Mathigon. Rerata skor meningkat dari 78,00 menjadi 85,33, dengan rerata perubahan sebesar 7,33 poin. Median juga meningkat dari 80,00 menjadi 85,00. Yang lebih penting, seluruh 12 mahasiswa mengalami peningkatan skor. Temuan ini menunjukkan bahwa setelah rangkaian pembelajaran berlangsung, mahasiswa memperoleh skor pemahaman konsep yang lebih tinggi dibandingkan kondisi sebelum pembelajaran. Hasil uji Wilcoxon juga memberikan bukti statistik yang konsisten dengan temuan deskriptif tersebut ($W = 0$; $Z = -3,059$; exact $p = 0,000488$). Meskipun demikian, hasil tersebut perlu diposisikan sebagai perubahan pascaintervensi. Desain satu kelompok pretest–posttest tidak memungkinkan penelitian memastikan bahwa seluruh peningkatan berasal dari penggunaan Mathigon. Beberapa penjelasan alternatif masih mungkin berkontribusi terhadap perubahan skor, antara lain pengalaman mengerjakan pretest, pengulangan materi selama empat pertemuan, perkembangan pemahaman selama proses pembelajaran, interaksi dengan dosen, maupun faktor lain yang berlangsung selama periode penelitian.

Oleh karena itu, temuan penelitian ini memberikan bukti adanya peningkatan setelah pembelajaran berbantuan Mathigon, tetapi belum cukup untuk menyimpulkan hubungan sebab-akibat yang kuat.

2. Peran Aktivitas Visual dan Manipulatif Dalam Pembelajaran

Selama pembelajaran, mahasiswa diarahkan untuk mengaktifkan kembali konsep luas bangun datar sebagai pengetahuan prasyarat. Aktivitas kemudian dilanjutkan dengan eksplorasi bentuk lingkaran dan penyusunan kembali juring untuk menghubungkan lingkaran dengan konsep luas persegi panjang atau jajar genjang. Dalam kegiatan tersebut, mahasiswa mengamati bahwa ketika juring-juring lingkaran disusun secara berselang-seling, bentuknya menyerupai persegi panjang atau jajar genjang. Tinggi bangun dikaitkan dengan jari-jari lingkaran, sedangkan panjang alas dikaitkan dengan setengah keliling lingkaran. Dari hubungan tersebut diperoleh bentuk $L = \pi r^2$. Pendekatan

lain menggunakan konsep luas segitiga. Juring dipandang sebagai bentuk yang semakin menyerupai segitiga ketika jumlah juring diperbanyak. Jumlah panjang alas dikaitkan dengan keliling lingkaran dan tinggi dikaitkan dengan jari-jari. Melalui hubungan $L = \frac{1}{2}Kr$ dan $K = 2\pi r$, diperoleh $L = \pi r^2$. Rangkaian aktivitas tersebut memberikan konteks pedagogis yang dapat menjelaskan mengapa peningkatan skor mungkin terjadi setelah pembelajaran. Mahasiswa tidak hanya menerima rumus luas lingkaran, tetapi memperoleh kesempatan untuk menghubungkan konsep yang telah dipelajari sebelumnya dengan konsep baru melalui representasi visual dan manipulasi bentuk. Namun, berdasarkan data yang tersedia dalam penelitian ini, interpretasi tersebut masih merupakan penjelasan pedagogis yang masuk akal, bukan bukti langsung bahwa aktivitas visual dan manipulatif menyebabkan peningkatan pemahaman. Penelitian belum menyajikan analisis respons mahasiswa berdasarkan setiap indikator pemahaman konsep, transkrip jawaban, contoh pekerjaan mahasiswa, atau data proses yang memungkinkan perubahan cara berpikir mahasiswa ditelusuri secara empiris.

Dengan demikian, pembahasan mengenai aktivitas Mathigon sebaiknya digunakan untuk memberikan konteks terhadap hasil kuantitatif, bukan untuk menggantikan bukti empiris mengenai mekanisme terjadinya perubahan.

3. Hubungan Dengan Penelitian Sebelumnya

Hasil penelitian ini memiliki kesesuaian dengan penelitian terdahulu yang dikutip dalam naskah mengenai pemanfaatan representasi visual, manipulasi geometri, dan media digital interaktif dalam pembelajaran matematika. Penelitian mengenai penggunaan manipulatif dalam pembelajaran geometri menunjukkan bahwa kegiatan mengeksplorasi, memanipulasi, membangun, dan menyusun kembali bentuk dapat mendukung pemahaman hubungan antarbentuk geometri. Temuan mengenai Mathigon dalam pembelajaran geometri juga dilaporkan menunjukkan perubahan hasil belajar setelah penggunaan media tersebut. Kesesuaian tersebut memberikan dukungan teoritis terhadap kemungkinan bahwa lingkungan belajar visual dan interaktif dapat membantu mahasiswa mengeksplorasi hubungan antarrepresentasi matematis. Namun, kesamaan hasil dengan penelitian terdahulu tidak cukup untuk membuktikan bahwa Mathigon merupakan penyebab perubahan pada penelitian ini. Selain itu, novelty penelitian perlu ditempatkan secara lebih spesifik ketika dibandingkan dengan studi kuasi-eksperimen Sunata et al. (2026). Kebaruan tidak cukup dinyatakan hanya karena penelitian sama-sama menggunakan Mathigon atau mengukur hasil belajar. Novelty harus dijelaskan berdasarkan perbedaan yang benar-benar terdapat pada desain, karakteristik subjek, konteks pembelajaran, materi, indikator pemahaman konsep, bentuk aktivitas, atau pendekatan analisis. Berdasarkan informasi yang tersedia dalam naskah saat ini, perbandingan metodologis rinci dengan Sunata et al. (2026) belum tersedia sehingga klaim novelty yang lebih spesifik memerlukan peninjauan kembali terhadap sumber penelitian tersebut.

4. Relevansi Konteks Mahasiswa Universitas Terbuka

Konteks mahasiswa Universitas Terbuka juga perlu dipertimbangkan dalam menginterpretasikan hasil. Mahasiswa dalam pembelajaran jarak jauh dapat memiliki pengalaman belajar, tingkat kemandirian, serta pola interaksi dengan materi dan dosen yang berbeda dari peserta didik pada pembelajaran tatap muka reguler. Penggunaan media interaktif seperti Mathigon berpotensi memberikan bentuk representasi visual yang dapat membantu mahasiswa mengeksplorasi konsep geometri. Namun, penelitian ini belum mengukur secara khusus bagaimana karakteristik pembelajaran jarak jauh tersebut berhubungan dengan perubahan skor. Karena itu, hasil penelitian sebaiknya tidak digeneralisasikan secara luas kepada seluruh mahasiswa atau seluruh konteks pembelajaran matematika tanpa mempertimbangkan karakteristik peserta, materi, dan desain pembelajaran.

5. Ceiling Effect dan Interpretasi Peningkatan

Skor pretest berada pada rentang 72–85, sedangkan posttest berada pada rentang 80–95. Kondisi ini menunjukkan bahwa sebagian mahasiswa telah memiliki tingkat penguasaan awal yang relatif tinggi. Mahasiswa dengan skor awal 85, misalnya, secara matematis memiliki ruang

peningkatan yang lebih kecil dibandingkan mahasiswa yang memulai dengan skor 72. Kondisi tersebut penting ketika menafsirkan N-Gain. Nilai N-Gain sebesar 0,35 menunjukkan peningkatan ternormalisasi pada kategori sedang, tetapi tidak berarti bahwa perubahan skor mahasiswa kecil atau tidak berarti. Sebaliknya, nilai tersebut perlu dibaca bersama dengan difference score dan distribusi skor awal. Perbedaan fungsi N-Gain dan effect size juga menjelaskan mengapa kedua ukuran menghasilkan gambaran yang tampak berbeda. N-Gain memperhitungkan ruang peningkatan yang tersisa, sedangkan *effect size Wilcoxon* menunjukkan kekuatan perubahan berdasarkan statistik uji. Dengan seluruh peserta mengalami peningkatan, konsistensi arah perubahan menghasilkan nilai effect size yang besar.

6. Keterbatasan Penelitian dan Alternatif Penjelasan

Beberapa keterbatasan perlu dipertimbangkan dalam menginterpretasikan temuan. Pertama, penelitian menggunakan desain satu kelompok pretest–posttest tanpa kelompok kontrol. Oleh karena itu, tidak tersedia pembandingan untuk menentukan apakah peningkatan akan terjadi dengan pembelajaran matematika biasa tanpa Mathigon.

Kedua, terdapat kemungkinan *testing effect*, yaitu peserta dapat memperoleh keuntungan karena telah mengenal bentuk atau karakteristik soal pada pretest. Ketiga, peningkatan dapat dipengaruhi oleh proses pembelajaran secara keseluruhan, termasuk penjelasan dosen, latihan, pengulangan konsep, dan interaksi selama empat pertemuan. Dengan desain yang digunakan, kontribusi masing-masing komponen tidak dapat dipisahkan. Keempat, skor pretest yang relatif tinggi dan rentang yang sempit menimbulkan kemungkinan ceiling effect. Hal ini perlu diperhatikan ketika menginterpretasikan N-Gain. Kelima, jumlah peserta hanya 12 mahasiswa sehingga ketepatan estimasi dan generalisasi hasil masih terbatas. Keenam, penelitian belum menyediakan analisis skor berdasarkan setiap indikator pemahaman konsep atau data respons mahasiswa selama pembelajaran. Oleh sebab itu, kesimpulan mengenai perubahan pada kemampuan memahami, merepresentasikan, menghubungkan, atau menerapkan konsep secara spesifik belum dapat didukung secara langsung apabila indikator tersebut tidak dianalisis secara terpisah.

7. Implikasi Hasil Penelitian

Secara praktis, hasil penelitian memberikan indikasi bahwa pembelajaran matematika berbantuan Mathigon dapat digunakan sebagai salah satu alternatif untuk menyajikan konsep luas lingkaran melalui representasi visual dan aktivitas eksploratif. Peningkatan skor pada seluruh peserta menunjukkan bahwa pendekatan tersebut layak dipertimbangkan dalam pembelajaran konsep geometri. Namun, implikasi tersebut sebaiknya dirumuskan sebagai potensi penggunaan atau temuan awal, bukan sebagai bukti final mengenai efektivitas kausal Mathigon. Penelitian berikutnya dapat memperkuat bukti dengan menggunakan kelompok kontrol, sampel yang lebih besar, pengukuran berdasarkan indikator pemahaman konsep, serta pengumpulan data proses pembelajaran.

Secara keseluruhan, data penelitian menunjukkan adanya perubahan positif pada pemahaman konsep matematis mahasiswa setelah mengikuti pembelajaran berbantuan Mathigon. Rerata skor meningkat sebesar 7,33 poin, dari 78,00 pada pretest menjadi 85,33 pada posttest, sedangkan median meningkat dari 80,00 menjadi 85,00. Seluruh 12 peserta mengalami kenaikan skor, dengan perubahan individual antara 3 dan 15 poin. Rerata N-Gain sebesar 0,35 menunjukkan peningkatan ternormalisasi pada kategori sedang. Uji Wilcoxon Signed-Rank Test menunjukkan adanya perbedaan skor pretest dan posttest yang signifikan secara statistik ($W = 0$; $Z = -3,059$; exact $p = 0,000488$; $p < .001$). Effect size sebesar $r = 0,883$ menunjukkan perubahan yang besar dan konsisten pada peserta penelitian. Hasil-hasil tersebut memberikan bukti bahwa skor pemahaman konsep matematis meningkat setelah rangkaian pembelajaran berbantuan Mathigon. Meskipun demikian, temuan tersebut harus ditafsirkan sebagai perubahan pascaintervensi, bukan sebagai bukti bahwa Mathigon secara tunggal menyebabkan peningkatan. Ketidadaan kelompok kontrol, jumlah peserta yang kecil, kemungkinan *testing effect*, pengaruh proses pembelajaran dan instruktur, serta kemungkinan ceiling effect membatasi kekuatan kesimpulan kausal. Oleh karena itu, penelitian ini

lebih tepat menyimpulkan bahwa terdapat perubahan dan peningkatan skor pemahaman konsep matematis setelah pembelajaran berbantuan Mathigon, sedangkan bukti mengenai pengaruh kausal Mathigon memerlukan penelitian dengan desain pembandingan yang lebih kuat.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, terdapat peningkatan skor pemahaman konsep matematis mahasiswa setelah mengikuti empat kali pertemuan pembelajaran matematika berbantuan Mathigon pada 12 peserta, yang ditunjukkan oleh peningkatan nilai rata-rata dari 78,00 pada pretest menjadi 85,33 pada posttest dengan rata-rata perubahan sebesar 7,33 poin, seluruh peserta mengalami peningkatan skor, N-Gain sebesar 0,35 yang berada pada kategori sedang, serta hasil Wilcoxon Signed-Rank Test yang menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara skor pretest dan posttest ($Z = -3,059$; $p < 0,001$) dengan effect size $r = 0,883$ yang menunjukkan ukuran perubahan besar. Meskipun demikian, temuan ini perlu dipahami sebagai perubahan pascaintervensi dan bukti awal (pilot evidence), bukan sebagai bukti bahwa Mathigon secara kausal menyebabkan peningkatan pemahaman konsep, karena penelitian menggunakan satu kelompok tanpa kelompok kontrol dengan jumlah peserta yang kecil sehingga kemungkinan testing effect, ceiling effect akibat skor awal yang relatif tinggi, pengaruh proses pembelajaran dan instruktur, serta faktor lain belum dapat dipisahkan. Selain itu, instrumen yang digunakan hanya terdiri atas lima butir soal, belum dilakukan pengukuran retensi jangka panjang, dan belum tersedia analisis perubahan berdasarkan setiap indikator pemahaman konsep maupun data proses pembelajaran yang dapat menjelaskan mekanisme perubahan secara lebih mendalam. Secara teoretis, hasil penelitian memberikan bukti awal bahwa pembelajaran dengan representasi visual, interaktif, dan manipulatif berbantuan Mathigon dapat menjadi konteks untuk membantu mahasiswa mengeksplorasi hubungan antarkonsep geometri, sedangkan secara praktis Mathigon dapat dipertimbangkan secara tentatif sebagai salah satu media pendukung pembelajaran konsep geometri, bukan sebagai metode yang terbukti lebih efektif daripada pembelajaran alternatif. Penelitian selanjutnya disarankan melibatkan kelompok kontrol atau pembandingan, sampel yang lebih besar dan multisite, instrumen pemahaman konsep yang lebih komprehensif dan tervalidasi, analisis berdasarkan indikator atau rubrik, data proses pembelajaran, serta delayed posttest untuk menguji retensi, sehingga efektivitas dan kontribusi Mathigon terhadap pemahaman konsep matematis dapat diuji dengan desain penelitian yang lebih kuat.

Referensi

- Adawiyah, R., Meiliasari, M., & Aziz, T. A. (2022). The role of prior mathematical knowledge and interest in mathematics on mathematical concept understanding ability in senior high school students. *Journal of Innovative Mathematics Learning*, 5(4). <https://doi.org/10.22460/jiml.v5i4.15397>
- Agustin, D. P. P., Apriani, M. S., & Sali, M. L. (2024). Developing Google Sites and Mathigon learning media to support students' conceptual understanding in solving linear equations in one variable. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 15(2), 578–592. <https://doi.org/10.15294/rtnq8e58>
- Ahadi, G. D., & Zain, N. N. L. E. (2023). The simulation study of normality test using Kolmogorov–Smirnov, Anderson–Darling, and Shapiro–Wilk. *Eigen Mathematics Journal*, 6(1), 11–19. <https://doi.org/10.29303/emj.v6i1.131>
- Alreshidi, N. A. K. (2023). Enhancing topic-specific prior knowledge of students impacts their outcomes in mathematics. *Frontiers in Education*, 8, 1050468. <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1050468>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2023). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (6th ed.). SAGE Publications.
- Geçici, M. E., & Türnüklü, E. (2021). Visual reasoning in mathematics education: A conceptual framework proposal. *Acta Didactica Napocensia*, 14(1), 115–126.

- Ihsan, A., Mailizar, M., & Elizar, E. (2024). Enhancing students' problem-solving skills and engagement through inquiry-based mathematics education with Mathigon: A study on Cartesian coordinates. *Beta: Jurnal Tadris Matematika*, 17(2), 135–158. <https://doi.org/10.20414/betajtm.v17i2.662>
- Indriani, T., Ihsanudin, & Khaerunnisa, E. (2026). The impact of Mathigon media on students' learning outcomes in integer operations: A quasi-experimental study. *EMTEKA: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(1), 309–323. <https://doi.org/10.24127/emteka.v7i1.10931>
- Mathigon. (2026). *Mathigon: The mathematical playground*. Mathigon.
- National Institute of Standards and Technology. (2024). *Signed rank test*. NIST/SEMATECH e-Handbook of Statistical Methods.
- OECD. (2023). *PISA 2022 results (Volume I and II) – Country notes: Indonesia*. OECD Publishing. https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-results-volume-i-and-ii-country-notes_ed6fbcc5-en.html
- Pallant, J. (2020). *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using IBM SPSS* (7th ed.). McGraw-Hill Education.
- Ponte, R., Viseu, F., Neto, T. B., & Aires, A. P. (2023). Revisiting manipulatives in the learning of geometric figures. *Frontiers in Education*, 8, 1217680. <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1217680>
- Rahayu, C., Setiani, W. R., Ananda, R., & Fipiariny, S. (2025). Inovasi pembelajaran geometri: Peran Mathigon dalam memahami konsep kubus. *Supremum Journal of Mathematics Education*, 9(2), 233–247. <https://doi.org/10.35706/sjme.v9i2.202>
- Ridwan, R., Rahmawati, R., & Syamsuriyawati, S. (2026). Penggunaan Mathigon sebagai alat bantu interaktif untuk meningkatkan pemahaman konsep pada siswa kelas VII SMP. *Imajiner: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 8(2), 419–428. <https://doi.org/10.26877/imajiner.v8i2.26416>
- Rosenthal, R. (1991). *Meta-analytic procedures for social research*. Sage Publications.
- UNESCO. (2023). *Global education monitoring report 2023: Technology in education—A tool on whose terms?* UNESCO. <https://doi.org/10.54676/UZQV8501>