

DEVELOPMENT OF TEACHING MATERIALS BASED ON POE MODEL TO IMPROVE STUDENTS' COMBINATORIAL THINKING SKILLS WITH A SIMPLE COMPUTER SECURITY CONTEXT

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR BERBASIS MODEL POE UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KOMBINATORIAL SISWA DENGAN KONTEKS KEAMANAN KOMPUTER SEDERHANA

¹Jasmine Fajria Putri Noor, ²Tita Khalis Maryati, ³M. Hafiz

^{1,2,3}Pendidikan Matematika, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta

E-mail: 1jasminefajria@gmail.com, 2tita.khalis@uinjkt.ac.id, 3m.hafiz@uinjkt.ac.id

Received: August 2025; Accepted: September 2025; Published: October 2025

Abstract

The POE model is a learning model that confronts students with problems, then students predict solutions (Predict), conduct observations to prove their predictions (Observe), and explain the results of their observations (Explain). This study aims to develop a mathematics learning module based on the POE (Predict, Observe, Explain) model on probability material by raising the context of simple computer security as a means to achieve students' combinatorial thinking skills. Combinatorial thinking is a process of finding several alternative solutions to discrete problems that can be categorized as high-level thinking that requires critical and creative thinking skills. The module development was carried out using the ADDIE model, which includes the stages of Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation. Research data were obtained through expert validation sheets, student response questionnaires, and combinatorial thinking skills tests. The test instrument included five main indicators of combinatorial thinking skills tested on 25 students at one of the high schools in Depok. The developed teaching module has been validated by experts with a very feasible category and received a positive response from students. The results showed that the teaching module was able to facilitate students' combinatorial thinking skills. In addition, this module is expected to contribute academically in providing mathematics learning resources on probability material with a simple computer security context.

Keywords: ADDIE, Combinatorial Thinking Skill, Computer Security, POE (Predict, Observe, Explain) Learning Model, Probability.

Abstrak

Model POE merupakan model pembelajaran yang menghadapkan siswa pada permasalahan, kemudian siswa memprediksi solusi (*predict*), lalu melakukan pengamatan untuk membuktikan prediksinya (*observe*), dan menjelaskan hasil pengamatannya (*explain*). Penelitian ini bertujuan mengembangkan modul pembelajaran matematika berbasis model POE (*Predict, Observe, Explain*) pada materi peluang dengan mengangkat konteks

*Corresponding author.

© 2025. Author.

p-ISSN: 2580-6726

e-ISSN: 2598-2133

keamanan komputer sederhana sebagai sarana untuk mencapai kemampuan berpikir kombinatorial siswa. Berpikir kombinatorial adalah proses untuk menemukan beberapa solusi alternatif dari masalah diskrit yang dapat termasuk dalam kategori berpikir tingkat tinggi yang membutuhkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif. Pengembangan modul dilakukan dengan menggunakan model ADDIE, yang meliputi tahap Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi. Data penelitian diperoleh melalui lembar validasi pakar, angket respon siswa, serta tes kemampuan berpikir kombinatorial. Instrumen tes mencakup lima indikator utama kemampuan berpikir kombinatorial yang diujikan kepada 25 siswa di salah satu Sekolah Menengah Atas (SMA) di Depok. Modul ajar yang dikembangkan telah divalidasi ahli dengan kategori sangat layak dan memperoleh respon positif dari siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul ajar mampu memfasilitasi kemampuan berpikir kombinatorial siswa. Selain itu modul ini diharapkan memberikan kontribusi akademik dalam penyediaan sumber belajar matematika materi peluang dengan konteks keamanan komputer sederhana.

Kata kunci: ADDIE, Keamanan Komputer, Kemampuan Berpikir Kombinatorial, Model Pembelajaran POE (*Predict, Observe, Explain*), Peluang.

PENDAHULUAN

Kemampuan berpikir kombinatorial merupakan kemampuan untuk menemukan pemecahan masalah berupa menyusun kombinasi-kombinasi yang mungkin digunakan yang memerlukan proses berpikir kritis dan bernalar secara terus-menerus (Syahputra, 2017). Selain itu kemampuan berpikir kombinatorial dapat dinyatakan juga sebagai kemampuan menyusun kombinasi-kombinasi yang dapat digunakan dalam menyelesaikan masalah, keteraturan, fenomena alam, atau fenomena sosial (Hastuti et al., 2019). Sehingga dapat disimpulkan bahwa kemampuan berpikir kombinatorial adalah kemampuan untuk menyusun kombinasi-kombinasi yang mungkin digunakan dalam pemecahan masalah keteraturan, fenomena alam atau sosial yang memerlukan proses berpikir kritis dan bernalar secara berkesinambungan. Lebih lanjut terdapat lima indikator kemampuan berpikir kombinatorial, yaitu 1) mengidentifikasi berbagai kasus, 2) menganalisis pola dari berbagai kasus, 3) menggeneralisasi semua kasus, 4) pembuktian secara matematis, dan 5) mempertimbangkan masalah kombinatorial lainnya (Hastuti et al., 2019).

Dalam pembelajaran matematika, kombinatorial merupakan topik yang sulit bagi sebagian siswa (Batanero et al., 1997) padahal matematika kombinatorial mempunyai peranan penting dan memiliki tempat khusus dalam bidang matematika dan pendidikan matematika (Medová et al., 2020). Peranan utama matematika kombinatorial untuk membantu dalam mengembangkan sikap berpikir kombinatorial yang mengkaji segala kemungkinan, menghitungnya, dan menemukan kemungkinan terbaik sehingga mengarah pada pemikiran yang jernih. Beberapa alasan khususnya karena matematika kombinatorial dapat digunakan untuk melatih siswa dalam konsep pencacahan, membuat dugaan, generalisasi optimasi, eksistensi, berpikir sistematis, dan lain-lain (Kapur, 1970).

Namun berdasarkan hasil wawancara terhadap guru mata pelajaran matematika SMA Negeri di Depok ditemukan bahwa kemampuan berpikir kombinatorial siswa masih kurang. Hasil dari tes awal pada beberapa siswa kelas XII di sekolah tersebut menunjukkan bahwa banyak siswa yang memperoleh hasil di

bawah KKTP (Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran) sekolah. Khususnya pada materi peluang, siswa masih belum mampu membedakan konsep pada sub-sub materi peluang dalam beberapa permasalahannya. Guru yang diwawancarai juga menyatakan bahwa bahan ajar matematika yang digunakan selama pembelajaran masih kurang dalam mendukung keterampilan berpikir kombinatorial.

Hasil penelitian Syahputra (2017) menyatakan bahwa buku cetak matematika tentang permutasi dan kombinasi umumnya hanya menyajikan rumus dan contoh. Buku cetak matematika yang mengarahkan siswa untuk langkah demi langkah mengatasi kesulitan dalam menyelesaikan permasalahan kombinatorial masih sangat terbatas. Sejalan dengan itu hasil penelitian lain menyatakan bahwa matematika bukan saja pelajaran yang sulit dan menakutkan bagi sebagian siswa, tetapi juga masih minim referensi berupa buku pendamping untuk guru dan siswa untuk proses pembelajarannya (Aida et al., 2019). Padahal seperti yang dinyatakan dalam Magdalena, dkk (2020) peran bahan ajar sangat penting untuk mempermudah siswa dalam mempelajari materi yang disampaikan guru, membuat pembelajaran lebih menarik dan tidak membosankan, serta meringankan beban guru dalam penyampaian materi belajar dan menyusun skenario pembelajaran. Oleh karena itu penting merancang atau menyusun bahan ajar karena sangatlah menentukan keberhasilan proses belajar dan pembelajaran melalui sebuah bahan ajar (Magdalena et al., 2020).

Agar siswa mampu mencapai kemampuan berpikir tingkat tinggi secara efektif dan efisien, diperlukan strategi atau model pembelajaran yang tepat. Inovasi yang dapat diterapkan dalam pembelajaran untuk mengetahui kemampuan berpikir siswa adalah dengan menggunakan model pembelajaran, metode, dan strategi yang relevan dengan yang akan diajarkan (Aida et al., 2019). Beberapa penelitian pengembangan bahan ajar untuk mendukung kemampuan berpikir kombinatorial sudah dilakukan dengan menggunakan model, metode, atau pendekatan. Beberapa hasilnya antara lain pengembangan bahan ajar dengan menggunakan model pembelajaran berbasis penelitian (Nurfitri, 2024) dan menggunakan pendekatan Matematika Realistik (Simbolon et al., 2022). Salah satu model pembelajaran yang melibatkan proses menganalisis dan memprediksi adalah model pembelajaran POE (*Predict, Observe, Explain*). Model pembelajaran POE telah diteliti berhasil meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa (Nafi'ah et al., 2024). Studi lain menunjukkan bahwa penalaran dan pemecahan masalah siswa yang diberikan model POE lebih baik daripada model pembelajaran ekspositori (Gita et al., 2024). Memperhatikan hal itu maka model pembelajaran POE mempunyai potensi tinggi untuk mendukung kemampuan berpikir kombinatorial sesuai deskripsi yang telah disampaikan diawal.

Sesuai dengan namanya, model pembelajaran POE terdiri dari tiga kegiatan yaitu memprediksi, mengamati, dan menjelaskan. Tahap pertama adalah tahapan siswa membuat prediksi terhadap suatu masalah yang dihadapinya. Tahap kedua adalah tahapan siswa mengamati dan menuliskan penyelesaian

masalah yang menjadi objek pengamatan berdasarkan prediksinya. Tahap ketiga adalah tahapan siswa menjelaskan hasil pengamatannya dan mendiskusikan hubungan antara prediksi dengan pengamatan yang dilakukan (Sumartini, 2017). Jika diperhatikan, langkah-langkah model pembelajaran POE dapat mendukung terpenuhinya indikator kemampuan berpikir kombinatorial. Langkah pertama POE yaitu memprediksi (*predict*) dapat mendukung indikator kemampuan berpikir kombinatorial dalam mengidentifikasi masalah dan mengenali pola pada semua masalah. Pada langkah kedua POE yaitu mengamati (*observe*) dapat mendukung indikator menggeneralisasi semua kasus dan membuktikannya secara matematis. Pada langkah ketiganya yaitu menjelaskan (*explain*), dapat mendukung indikator mempertimbangkan masalah kombinatorial lainnya.

Untuk lebih meningkatkan proses pembelajaran matematika yang bermakna maka materi ajar perlu disiapkan konteksnya pada kehidupan sehari-hari. Implementasi kombinatorial yang paling populer saat ini adalah pada bidang ilmu komputer (Syahputra, 2017). Salah satu yang menarik dan penting adalah *authentication* (otentikasi) sebagai salah satu sistem keamanan komputer. Autentikasi yaitu penentuan identitas atau peran yang dimiliki seseorang yang dapat dilakukan dengan beberapa cara, seperti menggunakan *smart card*, kata sandi, atau sidik jari (Ardiansyah et al., 2022). Konteks penyusunan kata sandi dapat dijadikan contoh dalam materi peluang pada matematika, khususnya pada materi permutasi dan kombinasi yang ada dalam kehidupan sehari-hari. Penyusunan kata sandi ini termasuk ke dalam sistem keamanan komputer sederhana. Dalam konteks ini dapat dilihat misalnya berapa peluang banyaknya kata sandi yang dapat dibuat oleh seseorang. Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan bahan ajar berbasis model POE untuk mencapai kemampuan berpikir kombinatorial siswa dengan konteks keamanan komputer sederhana. Bahan ajar harus memenuhi standar kelayakan dan memperoleh respon positif dari siswa sebagai pengguna.

METODE PENELITIAN

Bahan Ajar dapat diartikan sebagai komponen yang saling terkait dengan isi materi pelajaran dan harus relevan dengan tujuan pembelajaran, karakteristik peserta didik, dan strategi yang digunakan dalam pembelajaran (Suparman, 2012). Pemilihan metode pengembangan bahan ajar tentu menjadi penting diperhatikan. Paling sedikit ada empat langkah utama yang perlu dilakukan dalam prosedur pengembangan bahan ajar. Pertama analisis, kedua perencanaan, ketiga pengembangan, terakhir adalah evaluasi.

Jenis Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian dan pengembangan atau yang lebih dikenal dengan R&D (*Research and Development*). Penelitian dan pengembangan bertujuan untuk memvalidasi dan mengembangkan produk (Sugiyono, 2021), dalam hal ini yaitu modul bahan ajar.

Waktu dan Tempat Penelitian

Uji coba produk penelitian dilakukan di salah satu SMA di Depok. Penelitian ini dilakukan pada tahun akademik 2023/2024.

Subjek Penelitian/Populasi dan Sampel

Subjek yang akan diuji coba pada penelitian ini adalah siswa di salah satu SMA di Depok kelas XII. Uji coba yang dilakukan dalam penelitian ini sebagai bahan sampel uji lapangan kelompok terbatas adalah 25 siswa dari kelas XII IPS 1. Pelaksanaan dilakukan dalam satu kelas tanpa kelas perbandingan untuk mengamati efektivitas modul terhadap kemampuan berpikir kombinatorial siswa. Siswa dipilih secara acak tanpa mempertimbangkan pengetahuan dan keterampilan siswa yang sudah ada sebelumnya.

Desain dan Prosedur

Desain penelitian ini menggunakan *One Group Posttest Design*. Model pengembangan penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) dengan uraian sebagai berikut.

1. *Analysis* (Tahap Analisis)

Tahapan ini terdiri dari analisis isi dan analisis kebutuhan dengan langkah sebagai berikut.

- a. Analisis isi yaitu berupa analisis materi dan analisis tujuan pembelajaran. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi bagian-bagian utama dari materi agar disusun secara sistematis, sehingga dapat dijadikan dasar untuk menyusun rumusan tujuan pembelajaran.
- b. Analisis kebutuhan terdiri dari analisis kinerja dan analisis siswa. Pada analisis kinerja, dianalisis masalah dasar yang dihadapi dalam pembelajaran sehingga pengembangan bahan ajar nanti dapat mengatasi beberapa masalah yang ditemukan. Masalah dasar dalam penelitian ini adalah rendahnya kemampuan berpikir kombinatorial siswa karena kurangnya referensi atau bahan ajar matematika yang mendukung kemampuan berpikir kombinatorial. Dalam melakukan analisis siswa, beberapa poin penting yang harus didapatkan adalah karakteristik siswa, pengetahuan dan keterampilan yang sudah dimiliki siswa, tingkat kemampuan berpikir kombinatorial yang sudah

dimiliki siswa, bentuk pengembangan bahan ajar yang diperlukan siswa dalam hal ini menggunakan model pembelajaran POE (*Predict, Observe, Explain*).

2. Design (Tahap Perancangan)

Pada tahap ini dilakukan beberapa hal sebagai berikut.

- a. Menyusun bahan ajar dengan mengkaji tujuan pembelajaran dan capaian pembelajaran untuk menentukan materi pembelajaran yang akan digunakan berdasarkan fakta, konsep, prinsip, prosedur, dan alokasi waktu pembelajaran.
- b. Merancang alur pembelajaran dengan model pembelajaran. Model pembelajaran yang digunakan adalah model POE, sehingga alur pembelajaran memiliki tahapan yaitu *Predict* (Memprediksi), *Observe* (Mengamati), dan *Explain* (Menjelaskan).
- c. Memilih kompetensi bahan ajar. Pada penelitian ini dikembangkan modul ajar untuk memfasilitasi kemampuan berpikir kombinatorial siswa.
- d. Merancang materi pembelajaran dan evaluasi pembelajaran dengan model pembelajaran POE yang memuat kemampuan berpikir kombinatorial.

3. Development (Tahap Pengembangan)

Langkah-langkah pada tahapan ini yaitu membuat dan memodifikasi bahan ajar serta melakukan penilaian bahan ajar oleh ahli dan praktisi. Ahli media dan ahli materi pada penelitian ini terdiri dari tiga dosen dengan bidang keahlian pendidikan matematika, matematika kombinatorika, dan ilmu komputer. Penilaian juga dilakukan oleh lima praktisi yaitu guru matematika tingkat SMA kelas X, XI, dan XII. Berdasarkan komentar dan saran dari ahli dan praktisi, dilakukan revisi bahan ajar.

4. Implementation (Tahap Implementasi)

Pada tahap implementasi, bahan ajar yang telah dikembangkan diimplementasikan pada situasi yang nyata di kelas. Modul ajar yang sudah dikembangkan dan divalidasi oleh ahli kali ini diuji coba kepada 25 siswa. Pada tahap ini disiapkan angket respon peserta didik yang berisi pernyataan mengenai penggunaan modul untuk mengumpulkan data respon siswa. Kelayakan pengembangan modul ajar juga dinilai dari tes hasil belajar siswa.

5. Evaluation (Tahap Evaluasi)

Pada tahap implementasi, bahan ajar yang telah dikembangkan diimplementasikan pada situasi yang nyata di kelas. Modul ajar yang sudah dikembangkan dan divalidasi oleh ahli kali ini diuji coba kepada 25 siswa. Pada tahap ini disiapkan angket respon peserta didik yang berisi pernyataan mengenai penggunaan modul untuk mengumpulkan data respon siswa. Kelayakan pengembangan modul ajar juga dinilai dari tes hasil belajar siswa.

Data, Instrumen, dan Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data menggunakan dua jenis instrumen penelitian, yaitu instrumen tes dan instrumen non tes. Instrumen tes adalah lembar *posttest* untuk kemampuan berpikir kombinatorial yang diberikan kepada penelitian subjek setelah uji coba modul terbatas. Instrumen non-tes meliputi wawancara, lembar validasi ahli dan praktisi, serta lembar respon siswa. Lembar respon siswa diberikan untuk penelitian subjek setelah uji coba modul terbatas.

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan adalah uji validitas ahli dan respon siswa, kondensasi data hasil wawancara, penyajian data dan penarikan kesimpulan hasil implementasi dan *posttest* kemampuan berpikir kombinatorial. Kriteria penilaian modul diperoleh berdasarkan lembar instrumen yang menggunakan pedoman skor dengan skala Likert 5 kategori, yaitu sangat buruk = 1, buruk = 2, cukup baik = 3, baik = 4, dan sangat baik = 5. Perhitungan persentase bahan ajar (P) menggunakan rumus,

$$P = \frac{\text{Jumlah skor hasil pengumpulan data}}{\text{Jumlah skor kriteria}} \times 100\%$$

Setelah melakukan perhitungan menggunakan rumus tersebut ditarik kesimpulan berdasarkan hasilnya. Kriteria persentase dari hasil perhitungan disajikan pada Tabel 1 berikut (Arikunto, 2018).

Tabel 1. Range Persentase dan Kriteria Penilaian Modul Ajar

Persentase	Kriteria
≤ 20	Tidak baik
21 – 40	Kurang baik
41 – 60	Cukup baik
61 – 80	Baik
81 – 100	Sangat baik

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan mengembangkan modul pembelajaran matematika berbasis model POE (*Predict, Observe, Explain*) pada materi peluang dengan mengangkat konteks keamanan komputer sederhana sebagai sarana untuk mencapai kemampuan berpikir kombinatorial siswa. Penelitian dilakukan menggunakan tahapan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*). Hasil penelitian pada masing-masing tahapan diuraikan sebagai berikut.

Analysis (Tahap Analisis)

Tahap ini terbagi menjadi dua, yaitu analisis isi dan analisis kebutuhan. Kegiatan yang dilakukan pada analisis isi yaitu peneliti menyusun Capaian Pembelajaran (CP) kemudian menurunkannya menjadi

Alur Tujuan Pembelajaran (ATP). Pada fase ini, peneliti juga mendapatkan informasi mengenai Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP) yakni 70. Kemudian peneliti menyusun modul ajar materi peluang.

Pada fase analisis kebutuhan, peneliti melakukan wawancara kepada guru mata pelajaran matematika dan siswa di sekolah tempat penelitian dilakukan. Dari hasil wawancara terhadap guru mata pelajaran matematika diperoleh informasi bahwa karakteristik dan perilaku siswa di kelas XII IPS 1 cukup beragam. Terdapat siswa yang selalu menyimak dan cepat untuk memahami materi matematika dan terdapat siswa yang sangat kurang tertarik pada pelajaran matematika sehingga saat pembelajaran matematika berlangsung siswa tersebut tidak menyimak penjelasan guru dan hanya mengobrol atau bercanda. Sumber bahan ajar yang digunakan oleh guru adalah beberapa buku paket matematika berbeda dan internet. Dalam pelaksanaan pembelajaran di kelas, guru menyampaikan materi menggunakan *powerpoint*. Terkadang guru juga menerapkan metode belajar kelompok untuk memberikan kesempatan siswa untuk aktif dan terlibat dalam menyelesaikan masalah. Selain itu, guru juga terkadang memberikan latihan berupa kuis interaktif menggunakan *web tool* dari internet agar siswa tidak merasa bosan dan terasa monoton.

Tabel 2. Wawancara Pra Penelitian pada Guru

Pertanyaan Wawancara	Jawaban
Bagaimana karakteristik psikologis siswa saat pembelajaran di kelas?	Sebagian besar siswa menyimak saat pembelajaran di kelas dan dapat memahami materi
Bagaimana respon siswa terhadap pembelajaran matematika?	Ada yang menyimak dan mengikuti dengan baik, ada yang kurang tertarik
Apakah siswa memperhatikan Bapak/Ibu guru dengan baik saat sedang menyampaikan pembelajaran?	Sebagian besar siswa memperhatikan, tergantung situasi dan kondisi
Apakah siswa aktif bertanya kepada Bapak/Ibu guru jika ada materi yang mereka kurang pahami?	Ya, kadang-kadang
Metode pembelajaran apa yang Bapak/Ibu guru terapkan untuk pembelajaran matematika di kelas?	Kadang model ceramah, kadang model inkuiri
Apakah Bapak/Ibu guru pernah menerapkan metode pembelajaran yang berbeda? Jika iya, metode apa yang digunakan dan mengapa menggunakan metode tersebut?	Model pembelajaran kooperatif dan diskusi
Apakah Bapak/Ibu guru mengetahui tentang model pembelajaran POE (Predict, Observe, Explain)	Belum tahu
Apakah Bapak/Ibu mengetahui tentang kemampuan berpikir kombinatorial?	Belum tahu
Dari no.8 jika tahu, bagaimana kemampuan berpikir kombinatorial siswa menurut Bapak/Ibu guru?	-

Apakah Bapak/Ibu guru pernah memberikan soal-soal kombinatorial kepada siswa? Belum pernah

Apakah Bapak/Ibu guru menggunakan konteks kehidupan sehari-hari dalam pembelajaran matematika? Ya, sering

Selain itu, pada fase analisis kebutuhan peneliti juga melakukan wawancara kepada siswa. Berdasarkan wawancara dengan beberapa siswa diketahui bahwa mereka cukup mengalami kesulitan dalam belajar matematika. Mata pelajaran ini dianggap penuh dengan rumus yang sulit diingat. Penerapan metode belajar kelompok yang sesekali digunakan guru dirasa kurang efektif bagi sebagian siswa, karena ada anggota kelompok yang pasif dan tidak berkontribusi dalam diskusi maupun penyelesaian tugas. Namun, ada juga siswa yang justru menyukai diskusi kelompok karena dapat saling bertukar pendapat. Guru dinilai cukup aktif dalam pembelajaran, salah satunya dengan sering memberikan pertanyaan secara acak kepada siswa. Meski demikian, menurut siswa, penerapan materi yang dikaitkan dengan masalah kehidupan sehari-hari masih kurang terlihat.

Tabel 3. Wawancara Pra Penelitian pada Siswa

Pertanyaan Wawancara	Jawaban
Selama belajar matematika, apa saja kesulitan yang kamu alami?	Matematika penuh rumus, jadi banyak yang sulit diingat untuk rumus-rumus itu
Jelaskan kesulitan apa yang kamu alami saat menggunakan buku paket sebagai sumber belajar?	Kadang iya, karena buku paket yang tersedia sepertinya tidak menuntun saya untuk memahami konsep pelan-pelan
Apakah Bapak/Ibu guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk aktif terlibat selama proses pembelajaran matematika?	Kebanyakan tidak, karena guru seperti berkejaran dengan waktu sehingga guru menanamkan konsep dengan metode ceramah, diskusi, kemudian latihan soal
Apakah metode, strategi, atau model pembelajaran yang digunakan oleh guru dalam proses pembelajaran dapat membantumu untuk belajar matematika?	Kadang tidak, menurut saya pembelajaran berkelompok justru lebih membuat siswa menjadi lebih termotivasi karena merasa diajak untuk sama-sama belajar
Bagaimana pendapatmu tentang sumber belajar yang disediakan oleh Bapak/Ibu guru di kelas untuk digunakan secara berkelompok atau individu?	Dalam proses pembelajaran, guru kebanyakan menggunakan buku paket sebagai sumber belajar sehingga siswa membutuhkan sumber belajar lain yang dapat menjadi referensi lainnya ketika ingin menemukan konsep atau latihan soal lain yang tidak terdapat di buku paket yang biasanya digunakan
Apakah Bapak/Ibu guru sering mengaitkan konsep pembelajaran dengan kehidupan sehari-hari?	Kadang-kadang, guru tidak mengaitkan materi yang sedang dibahas dengan kehidupan sehari-hari

Design (Tahap Perancangan)

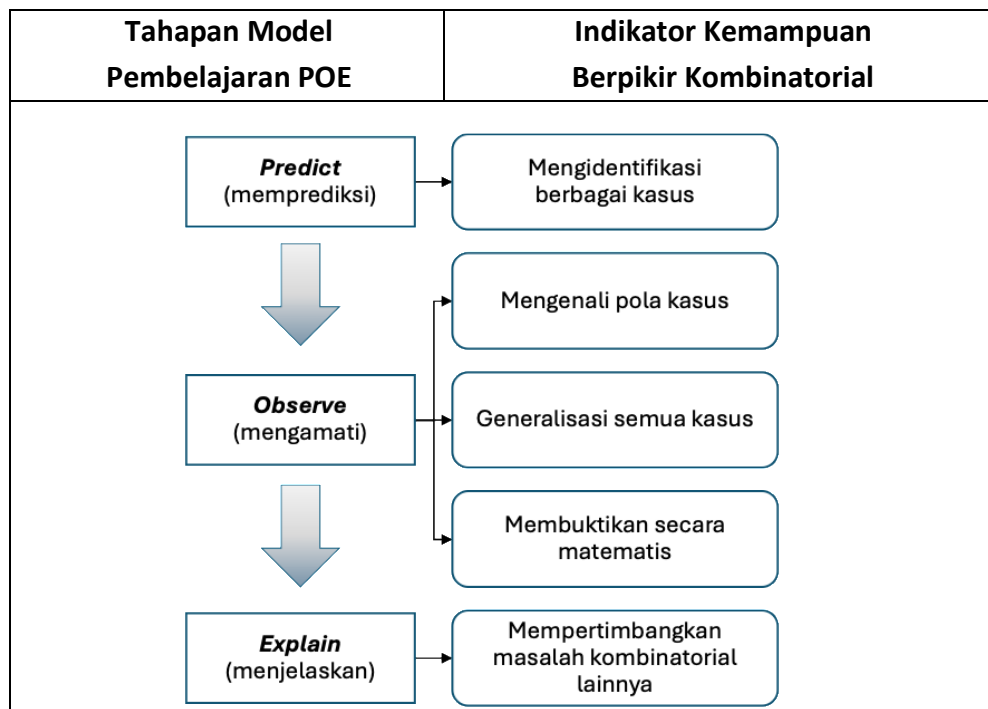
Pada tahap ini peneliti merancang format ajar, media pembelajaran, desain pembelajaran awal, dan pembuatan instrumen penilaian modul pembelajaran dan instrumen posttest kemampuan berpikir kombinatorial. Hasil perumusan Tujuan Pembelajaran (TP) pada rancangan format ajar ditunjukkan oleh Tabel 4.

Tabel 4. Tujuan Pembelajaran (TP)	
No.	Rumusan TP dari Capaian Pembelajaran (CP)
1	Peserta didik mampu memahami konsep permutasi unsur beda, permutasi beberapa unsur sama, permutasi siklis, dan permutasi pengulangan
2	Peserta didik mampu menggunakan konsep permutasi unsur beda, permutasi beberapa unsur sama, permutasi siklis, dan permutasi pengulangan
3	Peserta didik mampu menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan permutasi unsur beda, permutasi unsur sama, permutasi siklis, dan permutasi pengulangan
4	Peserta didik mampu memahami konsep kombinasi unsur beda dan kombinasi pengulangan
5	Peserta didik mampu menggunakan konsep kombinasi unsur beda dan kombinasi pengulangan
6	Peserta didik mampu menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan kombinasi unsur beda dan kombinasi pengulangan
7	Peserta didik mampu memahami konsep peluang bersyarat dan peluang saling bebas
8	Peserta didik mampu menggunakan konsep peluang bersyarat dan peluang saling bebas
9	Peserta didik mampu menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan peluang bersyarat dan peluang saling bebas

Desain pembelajaran ditunjukkan melalui peta konsep yang menurunkan materi peluang dalam beberapa submateri, yaitu kaidah pencacahan, permutasi, dan kombinasi. Peta konsep dapat dilihat pada Gambar 1. Dalam setiap submateri akan digunakan tahapan pembelajaran dengan model pembelajaran POE dan ditunjukkan relasi dalam dukungannya terhadap indikator-indikator kemampuan berpikir kombinatorial. Tahapan POE dan relasi terhadap kemampuan berpikir kombinatorial dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Peta Konsep



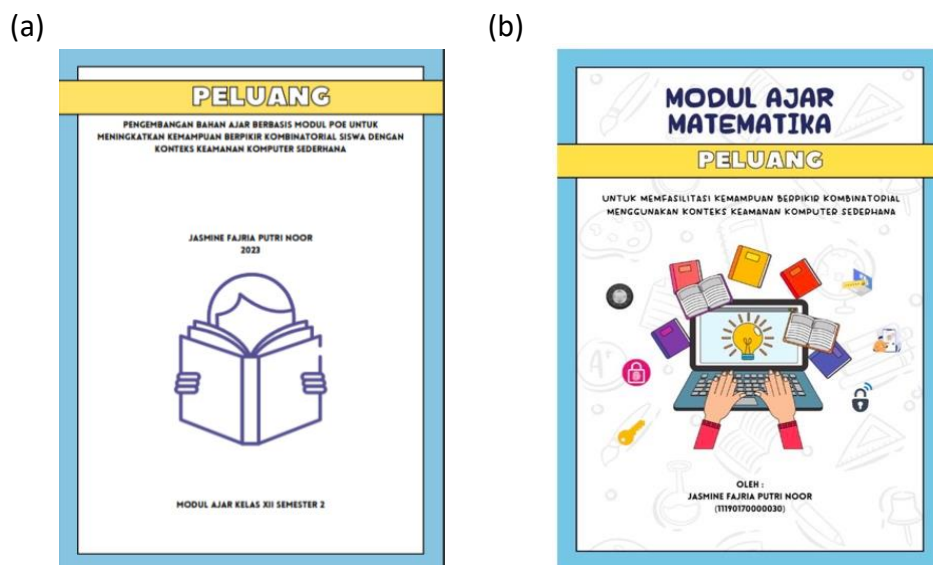
Gambar 2. POE dan Relasinya terhadap Kemampuan Berpikir Kombinatorial

Media pembelajaran yang dirancang dalam penelitian ini yaitu modul ajar berupa bahan ajar cetak serta dapat diakses secara digital atau dalam bentuk PDF. Modul ajar berisi materi peluang untuk kelas XII tingkat SMK/SMA/MA. Format yang digunakan dalam pembuatan modul pembelajaran adalah menggunakan *Microsoft Word* untuk menyusun materi dan isi modul dan menggunakan aplikasi *Canva* untuk mendesain modul pembelajaran. Model Pembelajaran yang digunakan dalam modul pembelajaran adalah model POE (*Predict, Observe, Explain*) dengan tiga tahapan utama yaitu memprediksi (*predict*),

mengamati (*observe*), dan menjelaskan (*explain*). Tahapan ini digunakan untuk mengukur indikator berpikir kombinatorial. Tampilan modul pembelajaran yang digunakan menggunakan format A4.

Development (Tahap Pengembangan)

Pada tahap ini peneliti melakukan tiga kegiatan yaitu pembuatan modul pembelajaran validasi ahli, dan revisi bahan ajar. Modul pembelajaran dibuat menjadi 11 bagian yang terdiri dari sampul depan (*cover*), deskripsi modul dan kata pengantar, daftar isi, petunjuk penggunaan modul, capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, peta konsep, pembatas halaman, materi, latihan, dan evaluasi beserta kunci jawaban. Setelah modul pembelajaran dikembangkan, modul kemudian divalidasi oleh tiga orang dosen pendidikan matematika sebagai ahli materi dan lima orang guru matematika sebagai praktisi. Aspek standar kelayakan yang dinilai meliputi kelayakan isi, bahasa dan penyajian materi, teknik penyajian, model POE (*Predict, Observe, Explain*), penilaian proses pembelajaran, dan kemampuan berpikir kombinatorial. Implementation. Setelah modul pembelajaran divalidasi, modul kemudian direvisi sesuai saran dari validator ahli dan praktisi. Berikut tampilan sampul depan (*cover*), daftar isi, dan materi yang direvisi setelah melalui proses validasi.



Gambar 3. (a) Sampul Depan (Cover) Sebelum Revisi dan (b) Sampul Depan Sesudah Revisi



PREDICT
(MEMPREDIKSI)



Identifikasi Kasus

Tuliskan informasi-informasi yang kamu dapatkan dari kasus di atas!

OBSERVE
(MENGAMATI)



Mengenali Pola Masalah

Tuliskanlah bagaimana kamu menentukan banyaknya kemungkinan digit terakhir kata sandi laptop Xabiru!

EXPLAIN
(MENJELASKAN)



Mempertimbangkan Masalah Kombinatorial Lainnya

Jika kata sandi laptop Xabiru hanya tersusun dari huruf kapital dan angka 1, 2, 3, 4, atau 5, coba tentukan banyaknya kemungkinan digit terakhir kata sandi laptop Xabiru menggunakan formula yang sudah kamu temukan!

Gambar 4a. Langkah POE Sebelum Revisi

Coba selesaikanlah kasus di atas menggunakan tahapan berikut!

PREDICT
(MEMPREDIKSI)
5 MENIT



Identifikasi Kasus

Tuliskan informasi-informasi yang kamu dapatkan dari kasus di atas!

Kemudian buatlah prediksi terhadap banyaknya kemungkinan digit terakhir kata sandi laptop Xabiru!

OBSERVE
(MENGAMATI)
15 MENIT



Mengenali Pola Masalah

Tuliskanlah bagaimana kamu menentukan banyaknya kemungkinan digit terakhir kata sandi laptop Xabiru!

OBSERVE
(MENGAMATI)
15 MENIT



Generalisasi Masalah

Berdasarkan dari caramu mengenali pola masalah, buatlah formula umum yang sesuai dengan kasus tersebut!

.....

.....

.....

Pembuktian Secara Matematik

Coba buktikanlah menggunakan rumus atau secara perhitungan apakah hasil jumlah kemungkinannya sama dengan yang telah kamu dapatkan di tahap sebelumnya!

.....

.....

.....

EXPLAIN
(MENJELASKAN)
10 MENIT



Mempertimbangkan Masalah Kombinatorial Lainnya

Jika kata sandi laptop Xabiru hanya tersusun dari huruf kapital dan angka 1, 2, 3, 4, atau 5, coba tentukan banyaknya kemungkinan digit terakhir kata sandi laptop Xabiru menggunakan formula yang sudah kamu temukan!

Kemudian buatlah penjelasan singkat antara hasil prediksi dan hasil pengamatanmu, lalu paparkan di depan kelas!

.....

.....

.....

Gambar 4b. Langkah POE Setelah Revisi

Implementation (Tahap Implementasi)

Pada tahap ini peneliti melakukan implementasi pembelajaran dengan menggunakan modul yang telah dikembangkan pada tahapan sebelumnya di salah satu SMA Negeri di Kota Depok. Implementasi ini dilakukan sebanyak 6 kali pertemuan. Pada pertemuan ke-6 siswa diberikan *posttest* kemampuan berpikir kombinatorial setelah 5 pertemuan sebelumnya diberikan pembelajaran matematika menggunakan modul pembelajaran yang dikembangkan. Berikut salah satu dokumentasi kegiatan tahapan implementasi.



Gambar 5. Kegiatan Implementasi Modul Pembelajaran

Evaluation (Tahap Evaluasi)

Tahap ini merupakan tahap akhir dari model pengembangan. Dalam tahap ini, peneliti menganalisis data respon siswa terhadap modul pembelajaran serta melakukan revisi berdasarkan umpan balik yang diperoleh. Proses ini bertujuan menghasilkan modul pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan pengguna, memiliki kelayakan untuk digunakan di lembaga pendidikan, dan berkontribusi pada peningkatan kemampuan berpikir kombinatorial peserta didik.

Untuk mengukur validitas modul pembelajaran yang dikembangkan, dilakukan uji validitas ahli dan uji respons siswa. Ahli pada penelitian ini terdiri dari 3 dosen dengan bidang keahlian pendidikan matematika, matematika kombinatorika, dan ilmu komputer. Validasi juga dilakukan oleh praktisi yaitu guru matematika tingkat SMA kelas X, XI, dan XII sebanyak 5 orang. Lembar validitas ahli dan praktisi mencakup lima aspek penilaian standar kesesuaian pada skala 1-5 berdasarkan skala Likert. Hasil perhitungan validasi tersebut dilakukan dengan menggunakan perhitungan persentase dan diperoleh persentase 96,14% yang termasuk dalam kriteria sangat baik atau sangat layak. Hasil perhitungan validasi disajikan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Hasil Validasi Modul Bahan Ajar

No.	Aspek	Persentase (%)	Kriteria
1.	Kelayakan isi	95,56	Sangat Baik
2.	Bahasa dan penyajian materi	95,19	Sangat Baik
3.	Teknik penyajian	98,10	Sangat Baik
4.	Model pembelajaran POE (<i>Predict, Observe, Explain</i>)	96,67	Sangat Baik
5.	Penilaian proses pembelajaran	94,67	Sangat Baik
6.	Kemampuan berpikir kombinatorial	96,67	Sangat Baik
Persentase Keseluruhan		96,14	Sangat Baik

Respon siswa terhadap modul pengajaran yang dikembangkan diperoleh melalui analisis lembar respon pengguna. Lembar tanggapan siswa mencakup empat aspek pada skala 1-5, sama seperti pada validasi ahli dan praktisi. Lembar respon siswa berisi empat aspek dan 20 pernyataan dengan penilaian

akhir 82% yang meliputi kriteria yang sangat baik sehingga modul pembelajaran yang dikembangkan dikatakan telah mendapat respon positif dari siswa. Hasil instrumen respon siswa disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Respon Siswa terhadap Modul Pembelajaran

No.	Aspek	Persentase (%)	Kriteria
1.	Penyajian materi	80	Baik
2.	Penggunaan bahasa	84	Sangat Baik
3.	Tampilan bahan ajar	81	Sangat Baik
4.	Penilaian modul	82	Sangat Baik
Persentase Keseluruhan		82	Sangat Baik

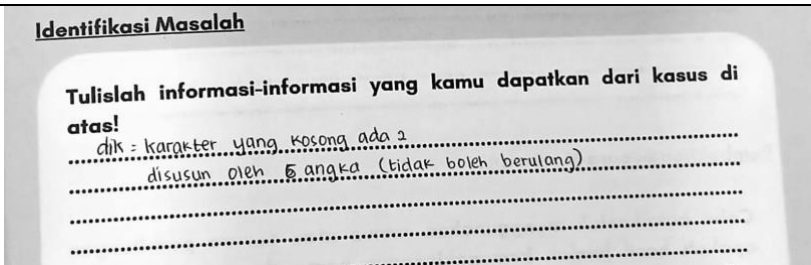
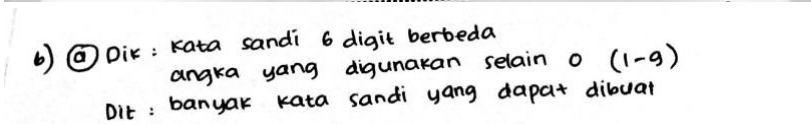
Data kemampuan berpikir kombinatorial yang diambil melalui uji coba produk diperoleh dari jawaban kasus pada modul pembelajaran dan instrumen *posttest* yang dilakukan setelah siswa diberikan pembelajaran dengan modul pembelajaran yang dikembangkan. Berikut ini adalah perbandingan jawaban siswa selama pelaksanaan modul pembelajaran dengan jawaban siswa pada lembar *posttest* dan analisis masing-masing indikator kemampuan berpikir kombinatorial.

a. Identifikasi beberapa kasus

Dalam indikator ini, mahasiswa dituntut untuk dapat mengumpulkan dan menuliskan semua informasi dari kasus yang sedang dikerjakan. Informasi ini terdiri dari semua yang diketahui dan ditanyakan tentang kasus tersebut. Berikut ini adalah perbandingan jawaban siswa selama pembelajaran menggunakan modul pembelajaran (jawaban kasus) dan setelah belajar (*posttest*) sebagai gambaran umum pada Tabel 7. Hasil kerja siswa yang dipilih merupakan siswa dengan kategori nilai baik.

Berdasarkan jawaban siswa pada tabel tersebut, dapat dilihat bahwa siswa mampu mengumpulkan dan menuliskan informasi dari kasus yang sedang mereka tangani. Perbedaan yang cukup terlihat antara jawaban dalam modul pembelajaran dan *posttest* terletak pada informasi detail yang tertulis. Pada awal pembelajaran, siswa masih belum mengerti apa yang dimaksud dengan informasi yang harus dikumpulkan dan masih minim kata-kata. Selain itu, beberapa siswa menulis informasi tidak berdasarkan identifikasi mereka, tetapi hanya menulis ulang kasus yang ada. Seiring dengan proses pembelajaran menggunakan modul pembelajaran, siswa dapat menuliskan informasi tentang masalah berdasarkan identifikasinya.

Tabel 7. Jawaban Siswa ppada Soal Indikator untuk Mengidentifikasi Bebarapa Kasus

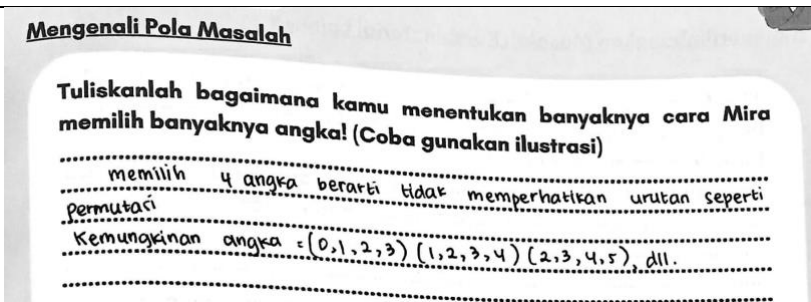
Data	Jawaban Siswa
Modul Pembelajaran (Kasus 5)	 <u>Identifikasi Masalah</u> Tulislah informasi-informasi yang kamu dapatkan dari kasus di atas! dik : karakter yang kosong ada 2 disusun oleh 6 angka (tidak boleh berulang)
Posttest 6a	 b) a) Dik : kata sandi 6 digit berbeda angka yang digunakan selain 0 (1-9) Dit : banyak kata sandi yang dapat dibuat

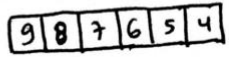
Berdasarkan jawaban siswa pada tabel di atas, dapat dilihat bahwa siswa mampu mengumpulkan dan menuliskan informasi dari kasus yang sedang mereka tangani. Perbedaan yang cukup terlihat antara jawaban dalam modul dan *posttest* terletak pada informasi detail yang tertulis. Pada awal pembelajaran, siswa masih belum mengerti apa yang dimaksud dengan informasi yang harus dikumpulkan dan masih minim kata-kata. Selain itu, beberapa siswa menulis informasi tidak berdasarkan identifikasi mereka, tetapi hanya menulis ulang kasus yang ada. Seiring dengan proses pembelajaran menggunakan modul pengajaran, siswa dapat menuliskan informasi tentang masalah berdasarkan identifikasinya. Hal ini dapat dilihat pada salah satu hasil jawaban *posttest* di atas.

b. Mengenali pola untuk semua kasus

Dalam indikator ini, siswa dituntut untuk dapat menuliskan semua atau beberapa kemungkinan dalam kasus yang sedang dikerjakan. Siswa juga dituntut untuk dapat mengilustrasikan bagaimana mereka mendapatkan jumlah kemungkinan dalam suatu kasus. Di bawah ini adalah perbandingan jawaban siswa selama pembelajaran menggunakan modul pembelajaran (jawaban kasus) dan setelah belajar (*posttest*) sebagai gambaran umum yang disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Jawaban Siswa pada Soal Indikator Mengenali Pola untuk Semua Kasus

Data	Jawaban Siswa
Modul Pembelajaran (Kasus 13)	 <u>Mengenali Pola Masalah</u> Tuliskanlah bagaimana kamu menentukan banyaknya cara Mira memilih banyaknya angka! (Coba gunakan ilustrasi) memilih 4 angka berarti tidak memperhatikan urutan seperti permutasi Kemungkinan angka = (0,1,2,3) (1,2,3,4) (2,3,4,5), dll.

Posttest 6b	(b) Kemungkinannya sangat banyak 1 2 3 4 2 3 4 5 1 3 2 4 2 5 3 4 dst 1 4 3 2 2 5 4 3	
-------------	---	---

Selanjutnya, penelitian ini bahwa pada indikator yang menganalisis pola dari berbagai kasus terjadi peningkatan, seperti yang ditunjukkan oleh jawaban siswa pada tabel di atas. Perbedaan yang umumnya terlihat antara jawaban siswa pada modul pembelajaran dan posttest terletak pada keakuratan kemungkinan tertulis dan penggambaran ilustrasi. Pada awal pembelajaran, siswa masih belum mengerti apa yang dimaksud dengan menuliskan cara menentukan jumlah kemungkinan, ditandai dengan menuliskannya dengan kata-kata. Selain itu, selama proses pembelajaran, siswa terkadang masih kesulitan untuk menggambarkan ilustrasi, seperti mengisi kotak slot. Peningkatan dapat dilihat pada salah satu jawaban posttest pada tabel di atas. Pada akhirnya siswa dapat menuliskan kemungkinan dan menggambar ilustrasi solusi, tetapi penjelasan ilustrasi tersebut belum ditulis. Namun dengan siswa menggambarkan ilustrasi, dapat dimaknai bahwa siswa dapat menafsirkan bagaimana mendapatkan kemungkinan tersebut. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Handoko, dkk (2019) bahwa mahasiswa dapat menunjukkan kemungkinan suatu peristiwa berdasarkan identifikasinya, yang berarti mahasiswa menunjukkan kegiatan berpikir kombinatorial, yaitu proses berhitung.

c. Menggeneralisasi semua kasus

Dalam indikator ini, mahasiswa dituntut untuk dapat menyimpulkan rumus yang akan digunakan untuk menyelesaikan kasus yang sedang dikerjakan berdasarkan kesimpulan yang dibuat dari indikator yang menganalisis pola dari berbagai kasus. Di bawah ini adalah perbandingan jawaban siswa selama pembelajaran menggunakan modul pembelajaran (jawaban kasus) dan setelah belajar (*posttest*) sebagai gambaran umum yang disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Jawaban Siswa pada Soal Indikator Generalisasi Semua Kasus

Data	Jawaban Siswa
Modul Pembelajaran (Kasus 7)	<u>Generalisasi Masalah</u> Berdasarkan dari caramu mengenali pola masalah, buatlah formula umum yang sesuai dengan kasus tersebut! Menggunakan rumus permutasi dengan unsur yang sama $P = \frac{n!}{n_1! n_2! \dots}$

Posttest 4c

(c) $\boxed{4} \boxed{4} \boxed{4} \boxed{4} \boxed{4} \rightarrow$ angka 1-4 bisa menempati semua
 $4 \times 4 \times 4 \times 4 \times 4 = 4^5$
 rumus permutasi pengulangan = ~~n^r~~

Penelitian ini menunjukkan bahwa pada indikator generalisasi untuk semua kasus terdapat peningkatan yang tidak terlalu signifikan. Perbedaan yang umumnya terlihat antara jawaban siswa pada modul dan posttest terletak pada keakuratan siswa dalam menyimpulkan rumus dan penjelasan dalam merumuskan kesimpulan rumus. Pada awal pembelajaran, masih banyak siswa yang belum memahami pengertian dari indikator ini. Dalam salah satu contoh jawaban kasus pada modul di atas, siswa dapat cukup menyimpulkan dengan menuliskan jenis masalah dan rumusnya. Namun pada kenyataannya, beberapa siswa hanya menuliskan jenis masalah tanpa menuliskan rumusnya. Peningkatan tersebut terlihat pada salah satu jawaban posttest mahasiswa yang menuliskan penjelasan kesimpulan rumus berupa pengisian slot yang diperoleh, kemudian menentukan rumusnya. Dapat dikatakan bahwa terdapat kegiatan berpikir kombinatorial berupa seperangkat rumus/ekspresi hasil, sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Handoko, dkk (2019) bahwa pada kenyataannya, siswa sudah tahu bahwa dalam indikator ini mereka tidak hanya menuliskan jenis masalah tetapi juga rumusnya. Namun masih ada beberapa siswa yang menulis penjelasan tentang kesimpulan rumus.

d. Membuktikan secara sistematis

Pada indikator ini, siswa dituntut untuk dapat membuktikan perhitungan jumlah kemungkinan atau peluang dalam kasus yang sedang dikerjakan dengan menggunakan rumus yang disimpulkan dari indikator sebelumnya. Di bawah ini adalah perbandingan jawaban siswa selama pembelajaran menggunakan modul pembelajaran (jawaban kasus) dan setelah belajar (posttest) sebagai gambaran umum pada Tabel 10 berikut.

Tabel 10. Jawaban Siswa pada Soal Indikator Pembuktian Secara Sistematis

Data	Jawaban Siswa
Modul Pembelajaran (Kasus 8)	<u>Generalisasi Masalah</u> Berdasarkan dari caramu mengenali pola masalah, buatlah formula umum yang sesuai dengan kasus tersebut! $6! = 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1 =$ $2! \cdot 2! = 2 \times 1 \times 2 \times 1 =$ $= 180$

Posttest 5d

$$\textcircled{d} \text{ permutasi siklis} = (n-1)!$$

$$n = 5$$

$$(5-1)! = 4! = 4 \times 3 \times 2 \times 1 = 24 \text{ kemungkinan kata sandi}$$

Dalam penelitian ini ditunjukkan bahwa indikator pembuktian matematis telah meningkat. Perbedaan umum yang terlihat antara jawaban siswa pada modul pembelajaran dan posttest terletak pada keakuratan proses perhitungan dan keakuratan jawaban. Dalam proses pembelajaran menggunakan modul pembelajaran tersebut ditunjukkan bahwa mahasiswa mampu membuktikan dan menghitung jumlah kemungkinan. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat kegiatan *combinatorial thinking* yang dilakukan oleh mahasiswa, yaitu proses penghitungan hasil yang sejalan dengan penelitian Handoko, dkk (2019). Kendala yang sering ditemukan dalam proses pembelajaran indikator ini adalah kesalahan penghitungan. Peningkatan indikator ini ditunjukkan pada hasil jawaban posttest, yaitu pada kelengkapan informasi dalam jawaban dan berkurangnya kesalahan perhitungan.

e. Mempertimbangkan masalah kombinatorial lainnya

Dalam indikator ini, mahasiswa dituntut untuk dapat memecahkan berbagai masalah yang sejalan dengan kasus yang dikerjakan sebelumnya. Di bawah ini adalah perbandingan jawaban siswa selama belajar menggunakan modul pembelajaran (jawaban kasus) dan setelah belajar (*posttest*) sebagai gambaran umum pada Tabel 11 berikut.

Tabel 11. Jawaban Siswa pada Soal Indikator Mempertimbangkan Masalah Kombinatorial Lainnya

Sumber Data	Jawaban Siswa
Modul Pembelajaran (Kasus 9)	(MENJELASKAN) <u>Mempertimbangkan Masalah Kombinatorial Lainnya</u> Jika Pak Nur ingin menyusun angka 1 dan angka 2 selalu berdekatan, tentukan banyaknya kata sandi yang dapat digunakan Pak Nur menggunakan formula yang sudah dibuat! Kemudian buatlah penjelasan singkat antara hasil prediksi dan hasil pengamatanmu, lalu paparkan di depan kelas! Jadi $n = 3$ $P = (3-1)! = 2! = 2 \times 1 = 2$

Posttest 7e

② dik = angka yang dapat digunakan angka ganjil
 (1, 3, 5, 7, 9)
 dit = banyak memilih maksimal 4 angka
 jwb =
 $n = 5$
 $r = 4$
 kombinasi pengulangan = 5 (4 = $C(5+4-1, 4-1)$)
 $= C(8, 3)$
 $= \frac{8!}{(8-3)! \cdot 3!} = \frac{8!}{5! \cdot 3!}$
 $= \frac{8 \times 7 \times 6 \times 5!}{3! \times 5!}$
 $= \frac{8 \times 7 \times 6}{3 \times 2 \times 1} = 56$

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada sekitar 60% siswa terjadi peningkatan pada indikator mempertimbangkan masalah kombinatorial lainnya. Perbedaan umum yang terlihat antara jawaban siswa pada modul dan *posttest* terletak pada keakuratan analisis soal dan keakuratan proses perhitungan. Dalam proses pembelajaran menggunakan modul pembelajaran terungkap bahwa mahasiswa cukup mampu memecahkan masalah yang sejalan dengan masalah sebelumnya. Kendala yang sering ditemukan pada indikator ini terletak pada analisis masalah, yang menyebabkan kesalahan dalam proses dan hasil perhitungan. Peningkatan ditunjukkan dengan salah satu jawaban *posttest* di atas, bahwa siswa dapat menganalisis masalah kombinatorial lainnya dan dapat menyelesaikannya dengan benar.

Selain itu, juga dilakukan analisis kualitatif yang bertujuan untuk mendapatkan informasi yang lebih mendalam tentang penggunaan modul pengajaran dan model pembelajaran yang diterapkan. Hasil data kualitatif diperoleh dari wawancara dengan 5 siswa yang telah diberikan pembelajaran dengan modul yang dikembangkan. Data wawancara mahasiswa yang disajikan telah diringkas dan ditarik kesimpulan. Kelima mahasiswa yang diwawancarai antara lain 2 mahasiswa dengan nilai rendah dengan inisial MBR dan LSA, 2 siswa dengan nilai sedang dengan inisial KKH dan DIR, dan 1 siswa dengan nilai tinggi dengan inisial AKM. Berikut ini adalah rangkuman jawaban wawancara siswa yang dilakukan setelah menggunakan modul pembelajaran pada Tabel 12.

Tabel 12. Rangkuman Jawaban Wawancara Siswa Setelah Menggunakan Modul Pengajaran

Pertanyaan Wawancara	Jawaban
Apa saja kesulitan yang kamu alami selama belajar matematika?	Kesulitan pasti ada di awal, tapi lama-lama bisa mengikuti pelajaran matematikanya
Apakah bapak/ibu guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk terlibat aktif selama pembelajaran matematika?	Cukup aktif lewat diskusi kelompok atau presentasi kelompok

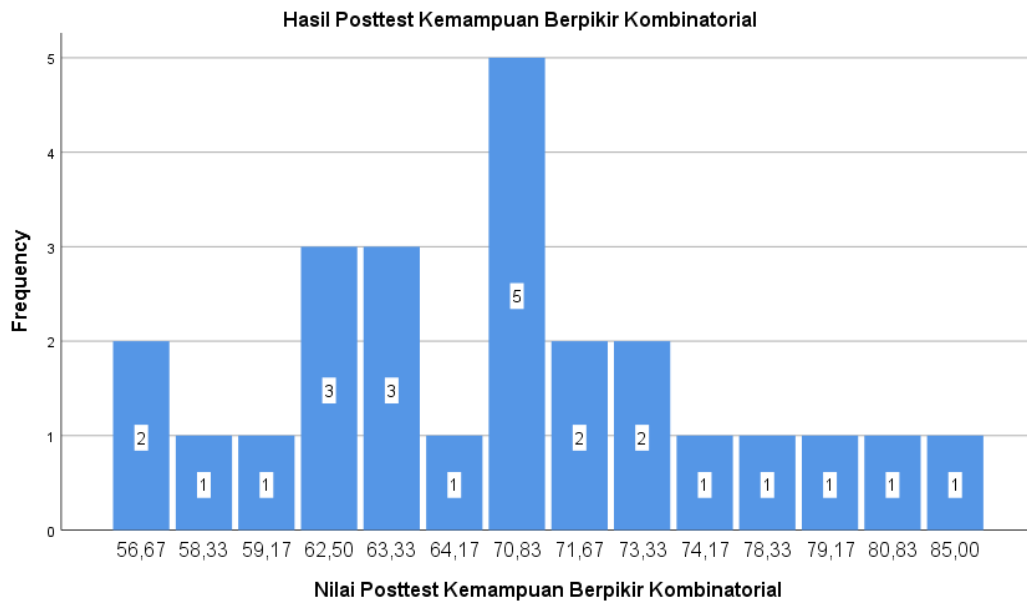
Apakah metode/strategi yang digunakan dalam proses pembelajaran dapat membantu belajar matematika?	Cukup membantu untuk menambah wawasan dan membangkitkan berpikir kritis
Bagaimana pendapatmu tentang sumber belajar yang disediakan di kelas untuk pembelajaran matematika?	Cukup bagus, bahasannya jarang ditemui, soal-soal cukup sulit
Apakah pembelajaran di kelas sudah mengaitkan konsep pembelajaran dengan kehidupan sehari-hari?	Cukup sering

Pendapat dan tanggapan siswa dari wawancara mengenai pembelajaran di kelas menggunakan modul pembelajaran berdasarkan model pembelajaran POE cukup beragam. Salah satu faktornya adalah bahwa para siswa menggunakan model pembelajaran POE untuk pertama kalinya. Hal ini sejalan dengan pernyataan Hastuti, dkk (2019) dalam penelitiannya bahwa secara umum siswa akan menunjukkan respon yang berbeda ketika dihadapkan pada situasi dan kondisi pembelajaran yang berbeda. Perbedaan respons ini terkait dengan perbedaan persepsi dan pendekatan terhadap karakteristik intelektual yang membawanya untuk menanggapi situasi yang dihadapinya.

Berdasarkan ringkasan jawaban siswa mengenai keterlibatan aktif siswa selama pembelajaran di kelas, siswa merasa aktif karena pembelajaran menggunakan model pembelajaran POE dilaksanakan secara berkelompok dan terdapat presentasi di kelas yang merupakan bagian dari tahapan model pembelajaran POE. Hal ini sejalan dengan pernyataan Fannie bahwa produk berbasis model POE dapat melatih siswa untuk belajar secara mandiri dan lebih aktif dalam kegiatan belajar (Fannie & Rohati, 2014). Berdasarkan informasi siswa pada Tabel 10, dapat dikatakan bahwa mayoritas siswa dapat mengikuti pembelajaran di kelas dengan baik dan siswa cukup terbantu dengan modul pembelajaran. Meskipun mereka mengalami kesulitan di awal dengan tahapan dan terkendala waktu, para siswa mampu mengikutinya dengan baik pada akhirnya. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan modul pengajaran berbasis model POE dengan konteks keamanan komputer yang sederhana efektif dalam memfasilitasi kemampuan berpikir kombinatorial siswa.

Selanjutnya, untuk melihat apakah modul pembelajaran berbasis POE dengan konteks keamanan komputer yang sederhana dapat memfasilitasi kemampuan berpikir kombinatorial siswa, dilakukan analisis hasil *posttest* siswa. Di bawah ini adalah bagan batang hasil *posttest* siswa. Setelah diperoleh data hasil jawaban *posttest* siswa, dilakukan analisis deskriptif terhadap nilai *posttest* dan akan dibandingkan dengan nilai KKTP di sekolah tempat penelitian dilakukan. Berdasarkan analisis konten pada tahap awal model pengembangan ADDIE, diketahui bahwa skor Kriteria Ketuntasan

Tujuan Pembelajaran (KKTP) kelas XII adalah 70. Data skor posttest diproses, menggunakan aplikasi *IBM SPSS Statistics 25* dan disajikan dalam diagram batang di bawah ini.



Gambar 6. Diagram Batang Hasil *Posttest* Siswa

Berdasarkan diagram batang pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa skor *posttest* terendah adalah 56,67 dan skor *posttest* tertinggi adalah 85. Dengan membandingkan dengan skor KKTP 70, terlihat pada gambar bahwa terdapat 14 siswa dengan nilai di atas KKTP dan 11 siswa dengan nilai di bawah KKTP. Jika dikonversi ke dalam persentase, 56% siswa mendapatkan nilai di atas KKTP dan 44% siswa mendapat skor di bawah KKTP. Hal ini menunjukkan bahwa modul tersebut dapat memfasilitasi kemampuan berpikir kombinatorial dengan persentase 56%. Hasil ini belum memenuhi kriteria ketuntasan ideal karena memiliki keterbatasan saat penelitian. Durasi pembelajaran menjadi kendala pada penelitian ini karena dalam perencanaan 45 menit per jam pelajaran, namun yang tersedia hanya 30 menit per jam pelajaran. Hal ini mengakibatkan penanaman konsep pada siswa tidak maksimal, selain itu pelaksanaan asesmen juga tidak sesuai dengan waktu yang seharusnya.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan diskusi, kesimpulan yang diperoleh dalam penelitian pengembangan ini adalah bahwa modul pembelajaran yang dikembangkan berada dalam kategori sangat baik dan memenuhi standar kelayakan berdasarkan penilaian ahli. Modul pembelajaran juga termasuk dalam kategori sangat baik dan memenuhi standar kelayakan berdasarkan respon siswa setelah pengujian terbatas. Selanjutnya, modul pembelajaran berbasis model POE dengan konteks keamanan komputer dalam materi peluang dapat memfasilitasi kemampuan berpikir siswa dengan persentase 56% dilihat dari

penilaian *posttest* dibandingkan dengan KKTP. Serta, penggunaan modul pembelajaran berbasis model POE (*Predict, Observe, Explain*) dengan konteks keamanan komputer yang sederhana mendapat respon positif dari mahasiswa. Siswa merasa cukup terbantu dalam memahami materi peluang dengan modul bahan ajar yang dikembangkan sebagai alat pembelajaran. Oleh karena itu, modul pembelajaran yang dirancang dapat dikatakan efektif dan efisien dalam memfasilitasi kemampuan berpikir kombinatorial siswa.

Saran

Saran dari penelitian ini, dengan membuat modul pembelajaran ini, diharapkan guru memberikan bahan ajar ini sebagai alternatif pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan berpikir kombinatorial siswa. Diharapkan guru juga memperhatikan dan menerapkan berbagai metode atau model pembelajaran dengan menggunakan konteks dalam kehidupan sehari-hari. Bahan ajar dengan konteks keamanan komputer bagi sebagian siswa masih perlu ada penjelasan awal yang lebih mendalam, sehingga akan lebih efektif jika diberikan contoh-contoh keamanan komputer yang lebih banyak.

REFERENSI

- Aida, T. N., Anggoro, S., & Andriani, A. (2019). Analisis Berpikir Kritis Siswa melalui Model POE (*Predict-Observe-Explain*) di Sekolah Dasar. *Jurnal Elementaria Edukasia*, 2(2), 164–172.
- Ardiansyah, M., Rahayu, S., & Rahmawati. (2022). *Keamanan Komputer*. UNPAM Press.
- Arikunto, S. (2018). *Evaluasi Program Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Batanero, C., Navarro-Pelayo, V., & Godino, J. D. (1997). Effect of The Implicit Combinatorial Model on Combinatorial Reasoning in Secondary School Pupils. *Educational Studies in Mathematics*, 32, 181–199. <https://doi.org/https://doi.org/10.1023/A:1002954428327>
- Fannie, R. D., & Rohati. (2014). Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Berbasis POE (*Predict, Observe, Explain*) pada Materi Program Linear Kelas XII SMA. *Sainmatika: Jurnal Sains Dan Matematika Universitas Jambi*, 8(1), 96–109. <https://doi.org/https://doi.org/10.1234/sainmatika.v8i1.2226>
- Gita, A., Eliza, R., & Mardika, F. (2024). Penerapan Model Pembelajaran *Predict-Observe-Explain* (POE) terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah dan Penalaran Matematis Peserta Didik. *MEGA: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(1), 659–671. e-journal.unmuhkupang.ac.id/index.php/mega
- Handoko, J. I. B., Singgih, E. N. U., & Purwaningsih, W. I. (2019). Berpikir Kombinatorik Matematis Siswa dalam Mengkonstruksi Konsep Peluang. *Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika (JIPM)*, 1(1), 51–64. <https://jurnal.umpwr.ac.id/jipm/article/view/1029>
- Hastuti, Y., Dafik, & Hobri. (2019). The Analysis of Student's Combinatorial Thinking Skill Based on Their Cognitive Style under the Implementation of Research Based Learning in the Total Rainbow Connection Study. *Journal of Physics: Conference Series*, 1211(1), 1–18. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1211/1/012088>

- Kapur, J. N. (1970). Combinatorial Analysis and School Mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 3(1), 111–127. <https://doi.org/http://www.jstor.org/stable/3481871>
- Magdalena, I., Sundari, T., Nurkamilah, S., Ayu Amalia, D., & Muhammadiyah Tangerang, U. (2020). Analisis Bahan Ajar. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 2(2), 311–326.
- Medová, J., Bulková, K. O., & Čeretková, S. (2020). Relations between Generalization, Reasoning and Combinatorial Thinking in Solving Mathematical Open-Ended Problems within Mathematical Contest. *Mathematics*, 8(12), 1–20. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/math8122257>
- Nafi'ah, I. R., Susanti, T., & Nofriadi, N. (2024). Model Pembelajaran POE (Predict Observe Explain) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *JEMST: Journal of Education in Mathematics, Science, and Technology*, 7(2), 54–63. <https://doi.org/https://doi.org/10.30631/jemst.v7i2.116>
- Nurfitri. (2024). *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Model RBL (Research Based Learning) untuk Memfasilitasi Kemampuan Berpikir Kombinatorial Siswa dengan Memanfaatkan Representasi Graf*. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah.
- Simbolon, J. D., A.Harahap, N., Alkhasannah, R., & Harahap, S. K. (2022). Pengembangan Bahan Ajar Matematika Berbasis Pendekatan Matematika Realistik (PMR) untuk Meningkatkan Kemampuan Kombinatorik Siswa. *Proceedings Seminar Nasional Pendidikan Matematika, Sains, Geografi, Dan Komputer*, 11–19. <https://doi.org/https://doi.org/10.30872/pmsgk.v3i0.1464>
- Sugiyono. (2021). *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sumartini, T. S. (2017). Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa melalui Model Pembelajaran Predict Observe Explanation. *Jurnal Edukasi Dan Sains Matematika*, 3(2), 167–176. <https://doi.org/https://doi.org/10.25134/jes-mat.v3i2.689>
- Suparman, M. A. (2012). *Desain Instruksional Modern*. Jakarta: Erlangga.
- Syahputra, E. (2017). Combinatorial Thinking (Analysis of Students' Difficulties and Alternative Solution). *The Third Annual International Seminar On Trends In Science and Science Education*.