

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Matematika adalah mata pelajaran yang membantu mengembangkan kemampuan peserta didik dilatih untuk berpikir logis, sistematis, serta mampu menyusun dan menafsirkan informasi secara terstruktur (Hayati & Jannah, 2024). Selain itu, matematika berfungsi sebagai alat untuk memahami berbagai fenomena yang berkaitan dengan bilangan, ukuran, dan data (Hayati & Jannah, 2024). Oleh sebab itu, pembelajaran matematika sebaiknya tidak hanya menitikberatkan pada keterampilan berhitung, tetapi juga harus memberikan perhatian pada kemampuan siswa dalam menggunakan konsep-konsep matematis untuk memahami serta mengatasi persoalan yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari.

Kemampuan menggunakan pengetahuan matematika dalam berbagai situasi tersebut dikenal sebagai literasi numerasi (Darmastuti et al., 2024). Di sisi lain, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemendikbud) (2017) mengemukakan bahwa literasi numerasi meliputi kemampuan untuk memahami arti bilangan, melakukan penalaran matematis, serta menginterpretasikan informasi yang disajikan dalam bentuk tabel, grafik, dan diagram sebagai landasan untuk membuat keputusan yang tepat. Adapun Indikator yang berkaitan dengan kemampuan literasi numerasi menurut Nuryami (2024: 65) yaitu: (1) Memanfaatkan angka dan simbol matematika untuk menyelesaikan permasalahan sehari-hari; (2) Membedah data dalam berbagai bentuk, seperti tabel dan grafik; dan (3) Mengartikan hasil analisis untuk meramalkan, merumuskan, dan menentukan pilihan. Dengan literasi numerasi yang baik, peserta didik diharapkan mampu menghubungkan konsep matematika dengan situasi sehari-hari, seperti dalam pengelolaan waktu, perhitungan biaya, maupun pemahaman data yang disajikan di media.

Analisis dari penelitian internasional mengungkapkan bahwa kemampuan literasi numerasi siswa di Indonesia berada pada tahap yang membutuhkan pengembangan lebih lanjut. Menurut data dari *Programme for*

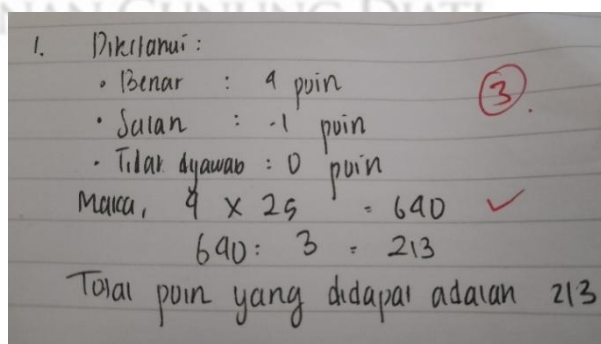
International Student Assessment tahun 2022, skor matematika Indonesia tetap berada di bawah rata-rata yang ditetapkan oleh negara-negara *Organization for Economic Cooperation and Development*. Capaian tahun 2022 mengalami penyusutan dalam ketiga bidang yaitu matematika, literasi, dan sains dibandingkan dengan capaian tahun 2018. Hanya 18% peserta didik Indonesia yang mampu menggapai tingkat 2 atau lebih dalam keahlian matematika (rata-rata OECD: 69%), 25% peserta didik berada pada level 2 atau lebih untuk literasi membaca (rata-rata OECD: 74%), dan 34% berada di level 2 dalam bidang sains (rata-rata OECD: 76%) (OECD, 2023). Mayoritas dari peserta didik berada masih berada pada tingkat kemampuan dasar, yaitu hanya mampu menyelesaikan permasalahan sederhana yang bersifat langsung. Peserta didik masih mengalami kesulitan ketika harus menganalisis data, memodelkan situasi yang lebih kompleks, serta mengevaluasi strategi penyelesaian yang digunakan (OECD, 2023). Hal ini sejalan dengan pernyataan Rahmawati (2017) bahwa peserta didik umumnya baru mampu mengenali informasi matematika yang tersurat, tetapi belum mampu menghubungkan berbagai informasi untuk memperoleh solusi yang lebih tepat. Situasi ini mengindikasikan perlunya pengembangan kemampuan literasi matematika melalui metode pembelajaran yang mendorong peserta didik untuk menerapkan konsep matematika dalam berbagai konteks, bukan sekadar mengingat rumus dan melakukan latihan soal secara rutin.

Hasil kajian awal dan observasi pendahuluan menunjukkan bahwa kemampuan literasi numerasi peserta didik memiliki potensi untuk ditingkatkan secara signifikan. Kondisi ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain masih perlu penguatan pada penguasaan konsep dasar matematika, perlunya peningkatan kemampuan dalam mengaplikasikan rumus pada situasi kontekstual, serta minat peserta didik terhadap pembelajaran matematika yang perlu terus ditumbuhkan. Hasil tersebut sejalan dengan temuan asesmen diagnostik yang dilakukan peneliti dalam kegiatan observasi pada mata kuliah Metodologi Penelitian di kelas VII K SMPN 1 Pacet.

Asesmen diagnostik tersebut diberikan kepada 42 peserta didik dalam bentuk tiga butir soal yang mencakup aspek penalaran aritmetika, perbandingan, dan operasi aljabar. Dari hasil asesmen tersebut diperoleh gambaran umum bahwa mayoritas peserta didik masih mengalami kendala dalam menyelesaikan soal-soal yang menuntut pemahaman konteks serta penerapan konsep matematika secara tepat.

Soal pertama berkaitan dengan materi operasi bilangan bulat dalam konteks kehidupan sehari-hari. Soal ini menuntut peserta didik untuk memahami makna bilangan bulat positif, bilangan bulat negatif, dan nol, serta memodelkan aturan skor ke dalam bentuk perhitungan matematis. Selain itu, soal ini juga mengukur kemampuan peserta didik dalam memahami soal cerita, menafsirkan informasi numerik, serta melakukan penalaran aritmetika secara logis. Dengan demikian, soal tersebut merepresentasikan aspek literasi numerasi kontekstual dan penguasaan operasi hitung bilangan bulat sebagai dasar pembelajaran matematika di SMP. Adapun soal yang diberikan adalah sebagai berikut.

Suatu kompetisi matematika menetapkan aturan skor, yaitu jawaban benar bernilai 4 poin, jawaban salah bernilai -1 poin, dan soal yang tidak dijawab bernilai 0 poin. Cika mengikuti kompetisi dengan total 50 soal, menjawab 40 soal, dengan 25 jawaban benar dan sisanya salah. Tentukan skor yang diperoleh Cika!



Handwritten student solution for a math problem. The student lists the scoring rules: correct answer is 4 points, wrong answer is -1 point, and no answer is 0 points. They then calculate the total score by multiplying the number of correct answers (25) by 4, resulting in 100, and subtracting the number of wrong answers (15) by 1, resulting in 15. The final total score is 85. A circled '3' is written next to the calculation, and a checkmark is next to the final result.

1. Diketahui:

- Benar : 4 poin
- Salah : -1 poin
- Tidak dijawab : 0 poin

Maka, $4 \times 25 = 100$ ✓

$100 - 15 = 85$

Total poin yang didapat adalah 85.

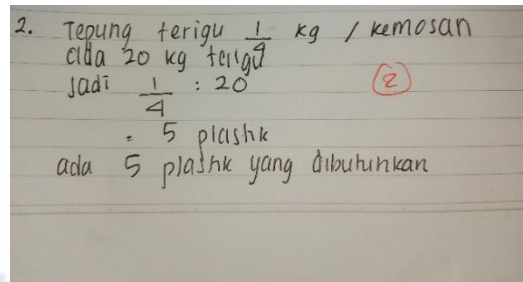
Gambar 1.1 Jawaban Salah Satu Peserta Didik Pada No 1

Berdasarkan jawaban peserta didik pada soal nomor 1, peserta didik telah menunjukkan kemampuan awal dalam memahami konteks soal yang

berkaitan dengan literasi numerasi, yaitu mampu mengidentifikasi aturan penskoran (benar = 4 poin, salah = -1 poin, tidak dijawab = 0 poin) serta mengenali informasi kuantitatif bahwa dari 50 soal hanya 40 yang dijawab dengan 25 jawaban benar. Hal ini mencerminkan bahwa peserta didik berada pada tahap kemampuan memahami dan mengekstraksi informasi numerik dari situasi nyata. Namun, dalam proses pengolahan data, peserta didik masih mengalami kesulitan pada tahap komputasi dasar, terbukti dari kesalahan perhitungan $4 \times 25 = 640$ yang tidak rasional secara numerik. Lebih lanjut, peserta didik tidak mampu menghubungkan antarinformasi yang tersedia, yaitu tidak mengikutsertakan pengurangan poin untuk 15 jawaban salah serta melakukan operasi pembagian dengan angka 3 yang tidak relevan dengan konteks soal. Kelemahan ini menunjukkan bahwa kemampuan literasi numerasi peserta didik baru mencapai tahap interpretasi informasi awal, namun belum berkembang pada tahap penerapan operasi hitung secara tepat dan penarikan kesimpulan yang logis. Dengan demikian, diperlukan pendekatan pembelajaran yang menekankan penguatan keterampilan berhitung dasar, penyusunan langkah penyelesaian secara sistematis, serta pembiasaan mengevaluasi kembali hasil perhitungan agar kemampuan literasi numerasi peserta didik dapat meningkat secara optimal.

Pada soal nomor 2 membahas topik pecahan dan satuan berat, dengan fokus pada penerapan operasi pembagian pecahan dalam konteks permasalahan sehari-hari. Melalui soal ini, kompetensi yang diukur mencakup pemahaman peserta didik terhadap konsep pecahan sebagai representasi bagian dari keseluruhan, keterampilan dalam menyamakan satuan ukuran, serta kemampuan menghubungkan prinsip-prinsip matematika dengan situasi yang konkret di lingkungan sekitar. Materi ini termasuk dalam numerasi dasar, karena menuntut keterampilan menghitung, menalar, dan menafsirkan hasil perhitungan secara kontekstual, bukan sekadar melakukan operasi hitung secara mekanis. Adapun soalnya seperti berikut.

Aku sedang membantu Ibu mengemas tepung terigu dalam kemasan $\frac{1}{4}$ kg. Jika tersedia 20 kg tepung terigu, tentukan banyaknya plastik yang dibutuhkan!



Handwritten student solution for a math problem. The text is as follows:

2. Tepung terigu $\frac{1}{4}$ kg / kemasan
 ada 20 kg terigu
 jadi $\frac{1}{4} : 20$ (2)
 $= 5$ plastik
 ada 5 plastik yang dibutuhkan

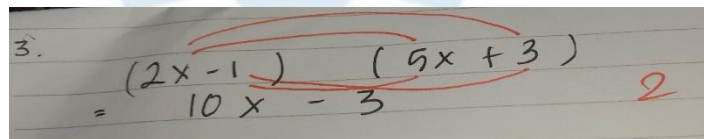
Gambar 1.2 Jawaban Salah Satu Peserta Didik Pada No 2

Hasil jawaban peserta didik pada soal nomor 2 mengindikasikan bahwa peserta didik telah mampu memahami konteks permasalahan yang berkaitan dengan operasi pembagian dalam kehidupan sehari-hari sebagai salah satu indikator kemampuan awal literasi numerasi. Peserta didik dapat mengidentifikasi bahwa tersedia 20 kg tepung terigu yang akan dikemas ke dalam plastik berukuran $\frac{1}{4}$ kg, sehingga memahami bahwa operasi yang digunakan adalah pembagian. Hal tersebut tampak dari tulisan peserta didik $\frac{1}{4} : 20$ yang menunjukkan upaya untuk merepresentasikan situasi ke dalam bentuk operasi hitung. Namun, penulisan tersebut masih terbalik secara konseptual, karena seharusnya yang dicari adalah berapa banyak $\frac{1}{4}$ kg yang dapat dibuat dari 20 kg, sehingga operasi yang tepat adalah $20 : \frac{1}{4}$ atau 20×4 . Kesalahan ini menunjukkan bahwa Peserta didik belum memahami secara utuh konsep pembagian pecahan, meskipun secara intuitif peserta didik akhirnya memperoleh jawaban 5 plastik. Dalam kerangka literasi numerasi, peserta didik baru mencapai tahap memahami situasi masalah, tetapi masih lemah dalam merepresentasikan situasi ke dalam model matematika yang benar dan melakukan prosedur perhitungan yang tepat. Dengan demikian, pembelajaran perlu menekankan pada pemahaman konsep operasi hitung pecahan, khususnya pembagian bilangan bulat dengan pecahan, serta melatih peserta didik untuk memeriksa

kesesuaian antara model matematika yang dibuat dengan konteks masalah yang dihadapi.

Selanjutnya, soal nomor 3 membahas materi aljabar dasar, yaitu perkalian dua bentuk aljabar dan penerapan sifat distributif. Soal ini mengukur kemampuan peserta didik dalam memahami struktur aljabar, mengoperasikan simbol matematika, serta melakukan prosedur perkalian suku dua secara benar. Selain aspek prosedural, soal ini juga menilai pemahaman konseptual peserta didik terhadap hubungan antar suku dalam bentuk aljabar. Materi ini merupakan prasyarat penting bagi pembelajaran aljabar lanjutan di jenjang SMP. Adapun soalnya seperti berikut.

Sebuah toko mebel membuat meja berbentuk persegi panjang. Panjang meja dinyatakan dengan $(2x - 1)$ meter, sedangkan lebarnya $(5x + 3)$ meter, dengan x menyatakan ukuran tertentu yang digunakan dalam proses produksi. Untuk mengetahui luas permukaan meja, pemilik toko harus mengalikan panjang dan lebarnya. Berapakah bentuk aljabar yang menyatakan luas permukaan meja tersebut?


$$\begin{array}{l} 3. \quad (2x - 1) (5x + 3) \\ = 10x - 3 \end{array}$$

Gambar 1.3 Jawaban Salah Satu Peserta Didik Pada No 3

Pada soal nomor 3, peserta didik diminta menjabarkan perkalian bentuk aljabar $((2x - 1)(5x + 3))$. Namun, peserta didik menjawab dengan hasil $(10x - 3)$. Jawaban tersebut mengindikasikan bahwa peserta didik belum menguasai konsep dan prosedur perkalian bentuk aljabar secara benar. Dalam kerangka literasi numerasi, peserta didik baru berada pada tahap mengenali bahwa operasi yang digunakan adalah perkalian, namun belum mampu melakukan proses distribusi atau ekspansi aljabar dengan benar. Kesalahan yang terjadi meliputi: (1) tidak mengalikan setiap suku dari binomial pertama dengan setiap suku dari binomial kedua (metode distributif atau FOIL), (2) hanya mengalikan $2x \times 5x = 10x$ dan $-1 \times 3 = -3$ tanpa memperhitungkan suku silang yaitu $2x \times 3 = 6x$ dan $-1 \times 5x = -5x$.

$5x = -5x$, sehingga hasil yang diperoleh tidak lengkap dan tidak tepat. Temuan tersebut menunjukkan bahwa pemahaman peserta didik terhadap operasi aljabar masih bersifat parsial dan prosedural, belum mencapai pemahaman konseptual yang utuh. Dengan demikian, diperlukan penguatan pemahaman peserta didik dalam melakukan operasi hitung yang melibatkan simbol dan variabel, serta latihan bertahap dalam menyelesaikan masalah matematika yang prosedural agar kemampuan literasi numerasi peserta didik dapat meningkat.

Hasil wawancara dengan guru matematika kelas VII SMPN 1 Pacet memperkaya temuan mengenai kondisi kemampuan literasi numerasi peserta didik. Menurut guru, aspek yang perlu dikembangkan dalam literasi numerasi peserta didik meliputi beberapa hal, salah satunya adalah penguasaan konsep dasar matematika dari jenjang sekolah dasar, terutama pada materi operasi hitung, pecahan, dan perbandingan. Ketika pemahaman terhadap konsep-konsep dasar tersebut belum kokoh, peserta didik berpotensi mengalami tantangan dalam memahami materi matematika di jenjang SMP yang menuntut penalaran lebih tinggi dan penggunaan simbol yang lebih abstrak. Akibatnya, proses pembelajaran memerlukan perhatian lebih, tidak hanya dalam melakukan perhitungan, tetapi juga dalam menafsirkan permasalahan kontekstual serta memodelkannya ke dalam bentuk matematika yang sesuai.

Pentingnya *self-regulated learning* dalam proses belajar matematika tidak dapat diabaikan, karena berfungsi untuk mendukung keberhasilan dalam pendidikan. Pembelajaran matematika yang berkualitas tidak hanya menekankan penguasaan konsep, tetapi juga kemampuan siswa dalam mengatur proses belajar mereka secara mandiri, termasuk penetapan tujuan pembelajaran, pemantauan pemahaman, pengelolaan waktu, dan penilaian hasil belajar secara teliti (Navyola, 2022). Peserta didik dengan tingkat *self regulated learning* yang kuat menunjukkan keterlibatan yang lebih besar dalam studi mereka, memiliki motivasi intrinsik yang tinggi, dan mampu memilih taktik pembelajaran yang sesuai untuk mengatasi tantangan

matematika (Alyani & Ramadhina, 2022). Dengan demikian, integrasi *self-regulated learning* secara sistematis dalam pembelajaran matematika merupakan faktor esensial terhadap peningkatan kemandirian belajar, kualitas pemahaman konsep, serta pencapaian hasil belajar Peserta didik yang optimal.

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, diperlukan suatu pendekatan pembelajaran yang tidak hanya membiasakan peserta didik dengan pola belajar mandiri dan kolaboratif tetapi juga menerapkan model pembelajaran matematika yang berorientasi pada siswa. Pendekatan tersebut hendaknya bersifat inovatif, berpusat pada peserta didik, dan mampu menghubungkan kesenjangan antara pemahaman prosedural dan konseptual. Model PACE (*Project, Activity, Cooperative, Exercise*) hadir sebagai salah satu alternatif yang relevan. Menurut Listiani (2020) model PACE menekankan pada pengalaman langsung peserta didik melalui serangkaian fase sistematis: (1) *Project*, kegiatan peserta didik diarahkan untuk menganalisis proyek atau masalah nyata; (2) *Activity*, yang memberi ruang eksplorasi dan investigasi; (3) *Cooperative*, yang mendorong kolaborasi dan diskusi; dan (4) *Exercise*, untuk memantapkan pemahaman melalui latihan terstruktur.

Pada konteks pembelajaran abad ke-21, model PACE menjadi relevan karena dirancang untuk melatih peserta didik dengan pemahaman konseptual sekaligus kemampuan esensial yang dibutuhkan. Fase *Project* dan *Activity* melatih peserta didik memodelkan permasalahan nyata ke bentuk matematis, hal tersebut merupakan inti dari literasi numerasi (Sevinc, 2022). Fase *Cooperative* mengasah komunikasi dan kolaborasi, sementara fase *Exercise* memberikan kesempatan mengaplikasikan pemahaman (Dwiyani et al., 2021). Lebih penting lagi, sifat model PACE yang bertahap dan menuntut keaktifan Peserta didik sangat potensial untuk menumbuhkan *self regulated learning* (Listiani, 2020). Peserta didik secara langsung terlibat dalam proses perencanaan (melalui proyek), pelaksanaan (melalui aktivitas dan kerja sama), serta

evaluasi (melalui latihan dan refleksi) atas pembelajaran mereka sendiri (Listiani, 2020).

Keempat fase dalam model PACE tersebut menuntut keaktifan Peserta didik dalam membangun pemahamannya secara mandiri maupun kolaboratif. Untuk mengoptimalkan pelaksanaan setiap fase, diperlukan suatu alat bantu yang dapat memfasilitasi Peserta didik ketika menemui hambatan, memverifikasi pemahaman, serta memberikan penguatan konsep secara mandiri. Pada tahap ini aplikasi *Gauth* berperan sebagai alat bantu (*learning assistant*) yang terintegrasi dalam proses pembelajaran. *Gauth* (sebelumnya dikenal sebagai *Gauthmath*) adalah aplikasi berbasis kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) yang dirancang untuk memfasilitasi peserta didik menyelesaikan berbagai soal matematika dengan menyajikan langkah-langkah penyelesaian secara rinci dan sistematis, dilengkapi penjelasan konsep di balik setiap langkah (Jamie, 2025). Aplikasi ini dapat diunduh dan diakses dengan mudah melalui perangkat *smartphone* sehingga peserta didik dapat belajar secara mandiri kapan saja dan di mana saja.

Peran *Gauth* dalam model PACE difokuskan pada tahap *cooperative* sebagai alat evaluasi pembelajaran. pada fase *project*, peserta didik merumuskan masalah dan mengidentifikasi konsep matematika yang relevan secara mandiri tanpa menggunakan *Gauth*. Memasuki fase *activity*, peserta didik mengeksplorasi dan menyelesaikan permasalahan melalui proses penemuan sendiri. Selanjutnya, pada fase *cooperative*, peserta didik berdiskusi dan bertukar ide dalam kelompok untuk memperkuat pemahaman serta menyepakati langkah penyelesaian yang tepat. Penggunaan *Gauth* dilakukan pada fase *cooperative*, yaitu sebagai alat verifikasi untuk memeriksa kebenaran jawaban dan langkah-langkah penyelesaian yang telah dikerjakan kelompok. Melalui umpan balik yang diberikan, peserta didik dapat mengidentifikasi kesalahan, memperbaiki proses penyelesaian, serta memahami konsep yang benar secara mandiri.

Posisi *Gauth* dalam penelitian ini bukanlah sebagai pengganti guru atau model pembelajaran, melainkan sebagai mitra belajar digital yang mendampingi peserta didik di setiap fase PACE. Kehadirannya diharapkan dapat memperkuat pemahaman konseptual peserta didik (literasi numerasi) melalui paparan langkah-langkah sistematis, sekaligus melatih kemandirian belajar (*self regulated learning*) karena peserta didik terbiasa untuk mencari solusi, memverifikasi pekerjaan, dan merefleksikan kesalahannya sendiri dengan bantuan teknologi. Penelitian oleh (Siregar & Yahfizham, 2025) menunjukkan bahwa aplikasi serupa dapat menggambarkan konsep matematika yang kompleks menjadi lebih jelas. Fitur umpan balik segera membantu siswa menemukan kesalahan dan memperbaikinya sendiri, sebuah proses yang secara langsung melatih *self regulated learning*. Selain itu, ketersediaan proses penyelesaian yang terstruktur membantu peserta didik dalam mengaitkan konsep matematika dengan langkah-langkah penyelesaian, sehingga tidak hanya berfokus pada jawaban akhir. Hasil eksplorasi tersebut dapat meningkatkan pemahaman konseptual dan kemampuan literasi numerasi.

Berdasarkan uraian di atas, terdapat ketimpangan antara kondisi ideal yang diharapkan, yaitu peserta didik memiliki kemampuan literasi numerasi dan *self regulated learning* yang baik, dengan realitas di lapangan yang masih menunjukkan kendala pada kedua kemampuan tersebut. Model PACE hadir sebagai salah satu solusi potensial, dan penggunaannya dapat diperkuat dengan kehadiran teknologi AI seperti aplikasi *Gauth*. Namun, penelitian yang secara spesifik mengkaji penerapan model PACE berbantuan *Gauth* untuk meningkatkan literasi numerasi dan *self regulated learning* dalam pembelajaran matematika masih sangat terbatas.

Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan untuk menemukan alternatif solusi pembelajaran yang inovatif dan efektif guna mengatasi permasalahan literasi numerasi dan *self regulated learning* peserta didik. Hasil penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada pengembangan konsep teoretis bagi ilmu pendidikan matematika, serta memberikan

kontribusi praktis bagi guru dan pihak-pihak terkait lainnya menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik, berpusat pada siswa, dan berdampak nyata. Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji penerapan model PACE berbantuan *Gauth* dalam meningkatkan kemampuan literasi numerasi dan *self regulated learning*, sekaligus mengevaluasi dampaknya yang lebih luas terhadap proses belajar-mengajar matematika.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, oleh karena itu peneliti merumuskan masalah pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimana penerapan sintaks model *Project, Activity, Cooperative, Exercise* (PACE) berbantuan *Gauth* untuk meningkatkan kemampuan literasi numerasi dan *self regulated learning*?
2. Apakah peningkatan kemampuan literasi numerasi antara peserta didik yang mengikuti pembelajaran dengan model *Project, Activity, Cooperative, Exercise* (PACE) berbantuan *Gauth* lebih baik daripada peserta didik yang mengikuti pembelajaran konvensional?
3. Bagaimana *self regulated learning* peserta didik yang mengikuti pembelajaran dengan model *Project, Activity, Cooperative, Exercise* (PACE) berbantuan *Gauth*?

C. Tujuan

Mengacu pada rumusan masalah yang telah dikemukakan, penelitian ini menetapkan sejumlah tujuan sebagai berikut:

1. Untuk mendeskripsikan penerapan sintaks model *Project, Activity, Cooperative, Exercise* (PACE) berbantuan *Gauth* untuk meningkatkan kemampuan literasi numerasi dan *self regulated learning*.
2. Untuk mengetahui peningkatan kemampuan literasi numerasi antara Peserta didik yang mengikuti pembelajaran dengan model *Project, Activity,*

Cooperative, Exercise (PACE) berbantuan *Gauth* lebih baik daripada peserta didik yang mengikuti pembelajaran konvensional.

3. Untuk mengetahui *self regulated learning* peserta didik yang mengikuti pembelajaran pembelajaran dengan model *Project, Activity, Cooperative, Exercise* (PACE) berbantuan *Gauth*.

D. Manfaat Penelitian

Peneliti berharap bahwa hasil dari penelitian ini dapat membawa manfaat yang luas, khususnya dalam konteks pendidikan. Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan kajian dalam pendidikan matematika dengan menyelidiki bagaimana model pembelajaran inovatif yang berbantuan aplikasi dapat meningkatkan literasi numerasi serta kemampuan belajar mandiri peserta didik. Fokus utama dari penelitian ini adalah model PACE yang didukung oleh *Gauth*, model yang menawarkan pendekatan terstruktur dan berfokus pada peserta didik dapat mendorong pemahaman konseptual yang mendalam melalui tahapan pembelajaran yang terperinci. Fokus utama dari penelitian ini adalah model PACE yang didukung oleh *Gauth*, yang menawarkan pendekatan terstruktur dan berfokus pada siswa, guna mendorong pemahaman konseptual yang mendalam melalui tahapan pembelajaran yang terperinci. Temuan ini juga bertujuan untuk menjadi referensi dasar bagi penelitian di masa depan dalam pendidikan matematika dan teknologi pembelajaran.

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif bagi semua pihak yang terlibat dalam proses pendidikan. Pendidik dapat menggunakan hasil penelitian ini sebagai dasar untuk menerapkan model PACE yang didukung oleh *Gauth*, sebuah pendekatan inovatif yang bertujuan untuk meningkatkan literasi numerasi dan kemampuan belajar mandiri peserta didik. Penelitian ini menawarkan kepada peserta didik

pengalaman belajar yang lebih terstruktur, interaktif, dan mandiri dengan melibatkan mereka secara aktif dalam setiap fase model tersebut, di mana *Gauth* berfungsi sebagai pendamping pembelajaran digital. Melalui partisipasi ini, diharapkan peserta didik dapat memperbaiki kemampuan mereka dalam menyelesaikan masalah numerik yang ada di kehidupan sehari-hari serta mengembangkan keterampilan dalam merencanakan, memantau, dan mengevaluasi proses pembelajaran mereka sendiri. Lebih jauh lagi, hasil dari studi ini dapat memberikan pemahaman empiris bagi peneliti di masa mendatang dalam mengarahkan penelitian yang serupa pada subjek ini.

E. Kerangka Berpikir

Pembelajaran matematika perlu mengarahkan peserta didik untuk mampu menggunakan konsep yang dipelajari dalam berbagai situasi kehidupan sehari-hari serta beradaptasi dengan perkembangan teknologi (Saputra, 2024). Guru dapat memfasilitasi proses tersebut melalui pembelajaran yang mendorong penggunaan angka, simbol, dan informasi secara bermakna dalam konteks nyata. Kemampuan untuk mengaplikasikan angka dan simbol matematika untuk menyelesaikan masalah sehari-hari, memahami dan menganalisis data, serta membuat keputusan berdasarkan informasi adalah cakupan dari keterampilan dalam literasi numerasi (Nuryami, 2024). Ini sejalan dengan persyaratan kemajuan teknologi yang mengharuskan peserta didik untuk memiliki keterampilan adaptif dalam memanfaatkan berbagai sumber daya pendidikan yang digerakkan oleh teknologi (Isnaintri & Novaliyosi, 2024). Maka dari itu, menempatkan teknologi sebagai bagian dari proses belajar matematika membantu peserta didik memahami konsep secara mendalam dan mempersiapkan mereka menghadapi situasi nyata.

Pembelajaran matematika menghadapi beberapa tantangan yang dalam meningkatkan literasi numerasi peserta didik dan kemampuan mereka untuk belajar secara mandiri. Sebagian besar siswa mengalami hambatan dalam mengaitkan konsep matematika dengan konteks kehidupan nyata, memahami data yang disajikan dalam grafik dan bagan, serta menggunakan penalaran matematis untuk menyelesaikan masalah sehari-hari (Muhaimin et al., 2024). Adapun hasil studi

oleh Sulastri (2024) menunjukkan bahwa peserta didik masih membutuhkan penguatan dalam membaca dan menganalisis informasi yang disajikan dalam berbagai bentuk, seperti tabel, grafik, maupun teks, serta dalam menafsirkan temuan itu untuk pengambilan keputusan. Selain itu, penelitian ini juga menyoroti kebutuhan pengembangan kemampuan *self regulated learning*. Hasil penelitian Rohaeti dan Alawiyah (2023) menyatakan *self regulated learning* perlu dikembangkan terutama dalam aspek pengelolaan pengalaman belajar secara mandiri, yang mencakup perencanaan belajar, manajemen waktu, penyelesaian tugas tepat waktu, serta pengawasan dan partisipasi aktif selama proses pembelajaran. Selaras dengan temuan tersebut, penelitian Boleng (2023) mengungkapkan bahwa peserta didik masih memerlukan penguatan dalam merencanakan dan mengevaluasi proses belajarnya sendiri, sehingga aktivitas belajar belum terarah secara optimal.

Permasalahan tersebut memerlukan suatu model pembelajaran inovatif yang mampu menjembatani kesenjangan antara pemahaman prosedural dan konseptual, sekaligus membiasakan peserta didik untuk belajar secara mandiri dan kolaboratif. Model PACE (*Project, Activity, Cooperative, Exercise*) hadir sebagai alternatif yang relevan karena strukturnya yang sistematis menekankan pada pengalaman langsung, eksplorasi, kolaborasi, dan pemantapan pemahaman secara bertahap. Fase *Project* melatih peserta didik memodelkan permasalahan kontekstual ke dalam bentuk matematis, fase *Activity* memberikan ruang eksplorasi dan investigasi, fase *Cooperative* mendorong diskusi dan kolaborasi, serta fase *Exercise* memantapkan pemahaman melalui latihan terstruktur (Dwiyani et al., 2021: 1678). Sifat model PACE yang bertahap dan menuntut keaktifan peserta didik sangat berpeluang untuk menumbuhkan *self regulated learning* karena melibatkan dalam perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi pembelajaran.

Implementasi model PACE dapat dioptimalkan dengan memanfaatkan kemajuan teknologi, khususnya aplikasi *Gauth* sebagai alat bantu berbasis kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*). *Gauth* adalah aplikasi yang dibuat untuk membantu peserta didik menyelesaikan soal matematika dengan langkah-langkah penyelesaian secara jelas dan sistematis, dilengkapi penjelasan konsep di

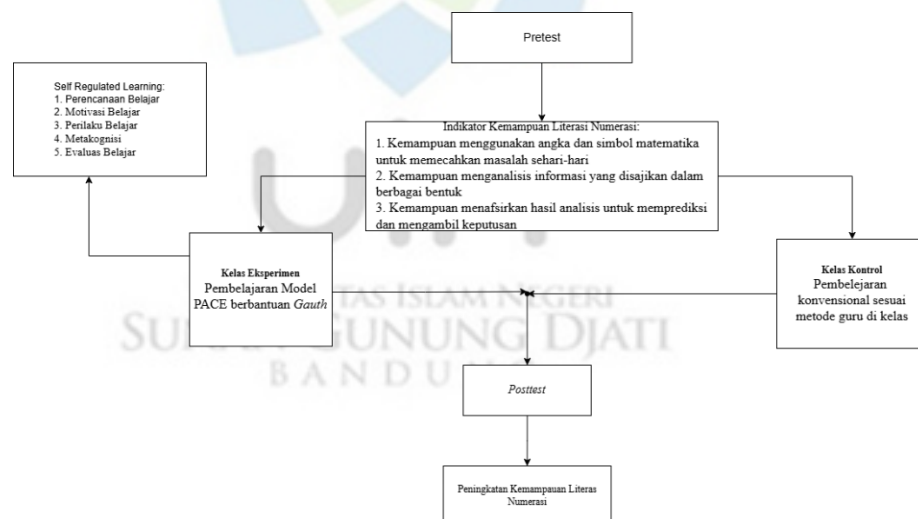
balik setiap langkah (Jamie, 2025). Aplikasi ini dapat diakses melalui smartphone sehingga peserta didik belajar secara mandiri kapan saja dan di mana saja. Fitur-fitur yang dimiliki *Gauth*, seperti solusi langkah demi langkah dan umpan balik langsung, dapat membantu peserta didik memahami konsep matematika secara lebih mendalam dan interaktif, sekaligus mendorong peserta didik untuk belajar secara mandiri dan bertanggung jawab.

Penerapan model PACE berbantuan *Gauth* dalam pembelajaran matematika dilaksanakan melalui beberapa tahapan yang saling berkaitan. Tahap awal dimulai dengan perencanaan pembelajaran, di mana guru merancang kegiatan sesuai dengan sintaks model PACE tanpa mengintegrasikan penggunaan *Gauth* pada seluruh fase. Pada tahap pelaksanaan, peserta didik mengikuti rangkaian fase PACE yang terdiri dari *Project*, *Activity*, *Cooperative*, dan *Exercise*. Pada fase *project*, peserta didik mengeksplorasi permasalahan kontekstual untuk membangun pemahaman awal konsep. Pada fase *activity*, peserta didik melakukan proses penemuan dan penyelesaian masalah secara mandiri. Kemudian pada fase *cooperative*, peserta didik berdiskusi dan bertukar ide dalam kelompok untuk memperkuat pemahaman konsep. Penggunaan *Gauth* difokuskan pada fase *cooperative* yaitu sebagai alat evaluasi yang berfungsi untuk memverifikasi kebenaran jawaban serta langkah-langkah penyelesaian yang telah dilakukan kelompok. Melalui umpan balik yang diberikan, peserta didik dapat mengidentifikasi kesalahan dan melakukan perbaikan secara mandiri, sehingga pemahaman konsep menjadi lebih akurat. Selama proses pembelajaran berlangsung, guru memberikan bimbingan dan arahan, serta memfasilitasi diskusi dan refleksi untuk memperdalam pemahaman konsep matematika. Tahap akhir berupa evaluasi pembelajaran, di mana guru menilai kemajuan peserta didik melalui observasi selama proses pembelajaran, hasil kerja peserta didik, serta tes untuk mengukur peningkatan kemampuan literasi numerasi dan *self regulated learning*.

Penerapan model PACE berbantuan *Gauth* diharapkan mampu memperkuat proses belajar matematika, terutama dalam meningkatkan kemampuan literasi numerasi dan menumbuhkan *self regulated learning*. Peningkatan literasi numerasi ditunjukkan melalui indikator: (1) kemampuan menggunakan angka dan simbol

matematika untuk memecahkan masalah sehari-hari, (2) kemampuan menganalisis informasi yang disajikan dalam berbagai bentuk seperti grafik dan tabel, serta (3) kemampuan menafsirkan hasil analisis untuk memprediksi dan mengambil keputusan (Nuryami, 2024: 70). Sementara itu, menurut Apriyani (2024: 3) peningkatan *self regulated learning* ditunjukkan melalui indikator: (1) peserta didik memiliki kemampuan untuk mengatur proses pembelajaran mereka sesuai dengan tujuan yang telah ditentukan; (2) mampu memilih dan menerapkan strategi yang sesuai untuk menyelesaikan masalah matematika; (3) dapat mengevaluasi kemajuan mereka sendiri dan merefleksikan hasil yang telah dicapai..

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah model PACE berbantuan *Gauth* (*independent variable*), sementara variabel terikatnya meliputi kemampuan literasi numerasi dan *self regulated learning* (*dependent variable*). Penerapan model PACE yang didukung oleh *Gauth* diharapkan dapat memberikan dampak positif terhadap peningkatan kemampuan literasi numerasi serta *self regulated learning* dalam konteks pembelajaran matematika.



Gambar 1.4 Kerangka Berpikir

F. Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah dan kerangka berpikir yang telah dipaparkan sebelumnya, hipotesis dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Peningkatan kemampuan literasi numerasi peserta didik yang mengikuti pembelajaran dengan model *Project, Activity, Cooperative, Exercise*

(PACE) berbantuan *Gauth* lebih baik daripada peserta didik yang mengikuti pembelajaran dengan pembelajaran konvensional. Adapun rumusan dari hipotesis ini adalah:

H_0 : Peningkatan kemampuan numerasi antara peserta didik yang mengikuti pembelajaran matematika dengan model *Project, Activity, Cooperative, Exercise* (PACE) berbantuan *Gauth* tidak lebih baik daripada peserta didik yang mengikuti pembelajaran konvensional

H_1 : Peningkatan kemampuan numerasi antara peserta didik yang mengikuti pembelajaran dengan model *Project, Activity, Cooperative, Exercise* (PACE) berbantuan *Gauth* lebih baik daripada peserta didik yang mengikuti pembelajaran konvensional.

$H_0: \mu_1 \leq \mu_2$

$H_1: \mu_1 > \mu_2$

Keterangan:

μ_1 : Rata-rata N_{Gain} kemampuan literasi numerasi peserta didik kelas eksperimen.

μ_2 : Rata-rata N_{Gain} kemampuan literasi numerasi peserta didik kelas kontrol.

G. Hasil Penelitian Terdahulu

1. Erpan et al., (2025) mengungkap Kemampuan Numerasi Peserta didik: Studi Kasus Tentang Soal Matematika Berbentuk Cerita Di Sekolah Menengah Pertama. Penelitian ini menyimpulkan bahwa ada variasi penting dalam keterampilan berhitung peserta didik ketika menangani masalah soal cerita matematika. Ini mengungkapkan bahwa 25% peserta didik menunjukkan kemampuan berhitung rendah, sedangkan 37,5% menunjukkan moderat dan 37,5% lainnya menunjukkan kemampuan berhitung yang tinggi. Skor berhitung rata-rata 70,625 menunjukkan bahwa, secara keseluruhan, kemampuan berhitung peserta didik diklasifikasikan sebagai 'bagus'. Penelitian ini belum mengkaji faktor-faktor internal Peserta didik, seperti *self-regulated learning*, yang berpotensi memengaruhi

kemampuan numerasi. Selain itu, belum terdapat integrasi model pembelajaran inovatif maupun pemanfaatan teknologi digital sebagai intervensi untuk meningkatkan kemampuan numerasi peserta didik. Hasil ini menyoroti perlunya menerapkan strategi pembelajaran yang meningkatkan kemampuan literasi numerasi terutama di bidang masalah soal cerita matematika.

2. Hyasinth & Albina (2024) yang berjudul “*Self-Regulation Practices As a Key Determinant of Success in Mathematics Learning* “. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran mandiri berkontribusi signifikan terhadap efektivitas pendidikan matematika. Peserta didik yang secara aktif menggunakan strategi seperti memantau kemajuan, menetapkan tujuan yang jelas, mengevaluasi pemahaman, dan menjaga motivasi biasanya lebih mampu mengatasi kesulitan, bertahan dalam menghadapi masalah yang kompleks, serta memperkuat pemahaman mereka terhadap konsep-konsep matematika. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan teknik pembelajaran mandiri dalam pengajaran matematika tidak hanya berpengaruh positif terhadap hasil akademik, tetapi juga mendukung pengembangan keterampilan yang esensial untuk pembelajaran berkelanjutan.
3. Penelitian yang dilakukan oleh Ambarwati & Warti (2017) yang berjudul “Pengaruh Model Pembelajaran PACE Terhadap Kemampuan Membuktikan Matematis”. menemukan bahwa kemampuan pembuktian matematis mahasiswa yang mengikuti pembelajaran dengan model PACE menunjukkan hasil yang lebih unggul dibandingkan dengan kelompok yang tidak menggunakan model PACE. Kelompok PACE mencatatkan skor rata-rata sebesar 69,83, sementara kelompok kontrol mendapatkan skor rata-rata 58,33. Di samping itu, 70,83% mahasiswa pada kelompok PACE mencatatkan skor yang setara atau lebih tinggi dari rata-rata, sementara hanya 58,33% mahasiswa dalam kelompok kontrol yang mencapai hasil yang serupa. Temuan ini mengindikasikan bahwa penerapan model PACE efektif dalam meningkatkan keterampilan matematika tingkat lanjut,

khususnya yang berkaitan dengan penalaran logis dan pembuktian. Walaupun begitu, penelitian tersebut memiliki sejumlah batasan.

Meskipun demikian penelitian tersebut masih memiliki sejumlah keterbatasan. Penelitian ini hanya terfokus pada kemampuan pembuktian matematis dan dilaksanakan di lingkungan pendidikan tinggi, sehingga belum secara langsung menelaah dampaknya terhadap literasi numerasi maupun kemandirian belajar pada peserta didik jenjang sekolah menengah. Di samping itu penelitian tersebut belum mengintegrasikan teknologi sebagai bagian dari proses pembelajaran, sehingga belum dapat menggambarkan efektivitas model PACE dalam konteks pembelajaran berbasis digital.

Keterkaitan antara penelitian ini dan studi sebelumnya terletak pada penggunaan model PACE sebagai variabel bebas, walaupun variabel terikat dan subjek yang diteliti berbeda. Oleh karena itu, hasil penelitian ini mendukung bahwa model PACE berpotensi untuk diterapkan dalam konteks yang lebih luas, termasuk dalam meningkatkan literasi numerasi dan kemandirian belajar siswa di pendidikan menengah.

4. Penelitian yang dilakukan oleh Thalib, Jaya, & Sudiman (2024) yang berjudul “Pengaruh Penggunaan Aplikasi *Photomath* Terhadap Pemahaman Konsep Matematis Peserta didik Pada Materi Sistem Persamaan Linear Dua Variable”. Hasil studi tersebut menunjukkan bahwa peserta didik yang menggunakan aplikasi *Photomath* dalam pembelajarannya memperoleh rata-rata nilai *posttest* sebesar 76,83 dengan standar deviasi 10,97, lebih signifikan dibandingkan peserta didik yang tidak menggunakan aplikasi tersebut yang hanya memperoleh rata-rata 72,33 dengan standar deviasi 9,59. Temuan ini mengindikasikan bahwa pemanfaatan aplikasi berbasis teknologi sebagai alat bantu pembelajaran dapat memberikan kontribusi positif bagi peserta didik dalam pemahaman konsep matematis mereka. Namun, penelitian ini hanya berfokus pada pemahaman konsep matematis dan belum mengkaji aspek literasi numerasi secara komprehensif. Selain itu, belum terdapat integrasi dengan model pembelajaran tertentu seperti PACE,

sehingga belum diketahui bagaimana efektivitas kombinasi antara model pembelajaran inovatif dan teknologi berbasis AI dalam meningkatkan kemampuan Peserta didik secara holistik, termasuk *self-regulated learning*. Relevansi dengan penelitian ini terletak pada kesamaan penggunaan aplikasi berbasis AI sebagai *learning assistant* dalam pembelajaran matematika, meskipun terdapat perbedaan pada jenis aplikasi yang digunakan serta variabel terikat yang diukur. Dengan demikian, penelitian tersebut memberikan landasan empiris bahwa integrasi teknologi dalam pembelajaran matematika berpotensi untuk mendukung pencapaian kompetensi peserta didik, termasuk dalam konteks penerapan model PACE berbantuan *Gauth* pada jenjang pendidikan menengah.

