

BAB II

KAJIAN TEORI DAN KERANGKA PEMIKIRAN

A. Kemampuan Komunikasi Matematis

Kemampuan komunikasi matematis adalah kemampuan siswa dalam mengungkapkan ide-ide matematika secara lisan maupun tulisan, serta merepresentasikan permasalahan dalam bentuk gambar, diagram, tabel, simbol aljabar, atau bentuk matematis lainnya (Suhenda & Munandar, 2023, hlm. 1100). Menurut Nuanisa, *et al.* (2022, hlm. 61) mengkategorikan komunikasi matematis sebagai keterampilan krusial yang membantu peserta didik mengonversi pemikiran dan fakta matematika menjadi bentuk representasi yang lebih sistematis, meliputi penggunaan simbol, grafik, tabel, serta diagram. Hal ini bertujuan agar konsep tersebut menjadi lebih mudah dimengerti oleh orang lain sekaligus memperjelas suatu persoalan. Adapun Lestari & Yudhanegara (2017, hlm. 83) menjelaskan bahwa kemampuan komunikasi matematis mencakup kemampuan siswa dalam mengungkapkan ide-ide matematika secara lisan maupun tertulis, serta memahami, menafsirkan, dan menanggapi gagasan matematika yang disampaikan orang lain secara kritis untuk memperdalam pemahaman terhadap konsep yang dipelajari.

Greenes dan Schulman (dalam Lubis, *et al.*, 2023, hlm. 30), menjelaskan bahwa komunikasi matematis memiliki peran yang penting dalam pembelajaran matematika. Kemampuan ini membantu siswa membangun pemahaman konsep dan strategi matematika, mendukung proses penyelesaian masalah, serta memfasilitasi interaksi antarsiswa melalui kegiatan bertukar ide, berdiskusi, dan memberikan alasan terhadap suatu gagasan matematika.

Baroody (dalam Qohar, 2011, hlm. 47-48) mengemukakan lima aspek komunikasi matematis, yaitu:

1. Representasi (*representing*), membantu siswa mengungkapkan ide dalam berbagai bentuk untuk mempermudah pemahaman dan strategi pemecahan masalah.
2. Mendengar (*listening*), berperan penting dalam diskusi karena membantu siswa membangun pemahaman yang lebih lengkap.

3. Membaca (*reading*), memungkinkan siswa memahami, menganalisis, dan mengorganisasi ide matematika.
4. Diskusi (*discussing*), menjadi sarana untuk merefleksikan pemikiran, mengajukan pertanyaan yang bermakna, serta mengembangkan pemahaman bersama.
5. Menulis (*writing*), membantu siswa mengekspresikan dan memperjelas pemahamannya terhadap konsep matematika.

Menurut Sunaryo, *et al.* (2024), aspek kemampuan komunikasi matematis dikelompokkan ke dalam beberapa indikator berikut:

1. Mampu menulis (*written text*), yaitu kemampuan mengungkapkan ide, gagasan, atau penyelesaian suatu permasalahan secara tertulis dengan menggunakan bahasa sendiri.
2. Mampu menggambar (*drawing*), kemampuan merepresentasikan ide atau penyelesaian masalah matematika dalam bentuk gambar atau visualisasi.
3. Mampu melakukan ekspresi matematika (*mathematical expression*), yaitu kemampuan mengubah permasalahan atau situasi dalam kehidupan sehari-hari ke dalam model atau simbol matematika.
4. Mampu mengidentifikasi apa yang diketahui, ditanyakan dan menjelaskan cara untuk menemukan jawaban.
5. Kemampuan menarik kesimpulan dari suatu permasalahan matematika.

Indikator kemampuan komunikasi matematis yang dijabarkan oleh Sinaga, *et al.* (2021) adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan model, diagram, atau simbol untuk merepresentasikan konsep maupun ide matematika.
2. Menyampaikan pernyataan matematika dalam bentuk lisan, tulisan, gambar, atau diagram.
3. Melakukan manipulasi matematika.
4. Mengidentifikasi pola atau sifat matematika untuk menyusun generalisasi.
5. Menguji kebenaran suatu argumen.
6. Menyusun kesimpulan, memberikan alasan, atau menyajikan bukti terhadap suatu penyelesaian.

Lestari & Yudhanegara (2017, hlm. 83) menguraikan indikator kemampuan komunikasi matematis sebagai berikut:

1. Menghubungkan benda nyata, gambar, dan diagram ke dalam ide matematika.
2. Menjelaskan ide, situasi, dan relasi matematika secara lisan atau tulisan, dengan benda nyata, gambar, grafik, dan aljabar.
3. Menyatakan peristiwa sehari-hari dalam bahasa matematika.
4. Mendengarkan, diskusi, dan menulis tentang matematika.
5. Membaca dengan pemahaman suatu representasi matematika tertulis.
6. Menyusun pertanyaan matematika yang relevan dengan situasi masalah.
7. Membuat konjektur, menyusun argumen, merumuskan definisi dan generalisasi.

Dalam penelitian ini, indikator kemampuan komunikasi matematis yang digunakan mengacu pada indikator yang dikemukakan oleh Lestari dan Yudhanegara (2017, hlm. 83). Dari tujuh indikator yang dikemukakan, tidak seluruh indikator digunakan, melainkan dipilih beberapa indikator yang disesuaikan dengan tujuan penelitian serta karakteristik instrumen tes yang digunakan dalam penelitian ini. Indikator kemampuan komunikasi matematis yang digunakan meliputi:

1. Menghubungkan benda nyata, gambar, dan diagram ke dalam ide matematika.
2. Menjelaskan ide, situasi, dan relasi matematika secara lisan atau tulisan, dengan benda nyata, gambar, grafik, dan aljabar.
3. Menyatakan peristiwa sehari-hari dalam bahasa matematika.
4. Membaca dengan pemahaman suatu representasi matematika tertulis.
5. Membuat konjektur, menyusun argumen, merumuskan definisi dan generalisasi.

Merujuk pada tujuh indikator kemampuan komunikasi matematis menurut Lestari dan Yudhanegara (2017), peneliti memutuskan untuk mengeklusi dua indikator dalam penelitian ini, yaitu:

1. Mendengarkan, berdiskusi, dan menulis tentang matematika tidak digunakan karena indikator ini menekankan aktivitas interaksi siswa selama proses pembelajaran. Oleh karena itu, pengukurannya lebih tepat menggunakan lembar

observasi atau penilaian proses, bukan melalui tes tertulis berupa *pretest* dan *posttest*.

2. Menyusun pertanyaan matematika yang relevan dengan situasi masalah tidak digunakan karena indikator ini berfokus pada kemampuan siswa dalam merancang masalah atau pertanyaan secara mandiri. Sementara itu, penelitian ini lebih menitikberatkan pada kemampuan siswa dalam memahami, menyelesaikan, dan mengomunikasikan penyelesaian soal yang diberikan melalui instrumen tes tertulis.

Dapat disimpulkan bahwa kemampuan komunikasi matematis merupakan kemampuan siswa dalam mengungkapkan dan merepresentasikan ide-ide matematika secara lisan, tertulis, maupun visual dengan menggunakan simbol serta bahasa matematika. Kemampuan ini berperan penting dalam memahami konsep serta mengomunikasikan penalaran matematis. Indikator kemampuan komunikasi matematis yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada Lestari dan Yudhanegara (2017, hlm. 83), dengan pemilihan indikator yang disesuaikan dengan tujuan penelitian dan bentuk instrumen tes yang digunakan, sehingga indikator yang dipilih dianggap telah mewakili aspek-aspek utama kemampuan komunikasi matematis siswa.

B. *Self-Regulated Learning* (SRL)

Self-regulated learning (SRL) merupakan kemampuan siswa untuk mengelola, memantau, dan mengendalikan proses belajarnya secara mandiri sehingga dapat memilih strategi yang sesuai dalam memahami materi dan menyelesaikan permasalahan yang dihadapi (Fauziah, *et al.*, 2018, hlm. 91). Menurut Lestari & Yudhanegara (2017, hlm. 94) *self-regulated learning* atau kemandirian belajar merupakan kemampuan individu untuk mengelola dan mengendalikan aspek kognitif, motivasi, serta perilakunya selama proses pembelajaran. Sejalan dengan itu, menurut Dalimunthe, *et al.* (2023, hlm. 88) *self-regulated learning* adalah kemampuan individu dalam mengelola pikiran, emosi, perilaku, serta lingkungan belajar secara terarah untuk mencapai tujuan akademik.

Self-regulated learning merupakan aspek penting dalam mendorong perkembangan kemampuan berpikir siswa, karena melalui pengembangan

kemampuan ini siswa terbiasa belajar secara mandiri sehingga mampu menerapkannya dalam berbagai aspek kehidupan (Febriyanti & Imami, 2021, hlm. 4). Adapun faktor-faktor yang memengaruhi kemandirian dalam belajar yang disebutkan oleh Hamalik (dalam Febriyanti & Imami, 2021) yaitu: (1) faktor psikologis seperti motivasi, intelegensi, dan minat belajar; (2) faktor fisiologis seperti kondisi kesehatan atau cacat tubuh yang dimiliki peserta didik yang dapat memengaruhi kemandirian belajarnya; serta (3) faktor lingkungan seperti dukungan keluarga, lingkungan sekitar, dan suasana sekolah yang berpengaruh terhadap keinginan siswa untuk belajar secara mandiri.

Zimmerman (dalam Brenner, 2022) mengemukakan bahwa *self-regulated learning* (SRL) terbagi menjadi tiga fase utama.

1. *Forethought (planning)*, yaitu fase di mana peserta didik menetapkan tujuan, menilai motivasi dan kemampuan, serta merencanakan strategi untuk menyelesaikan tugas.
2. *Performance (execution)*, fase di mana peserta didik memfokuskan perhatian, terlibat aktif, menerapkan strategi, dan memantau kemajuan mereka.
3. *Self-reflection*, fase di mana peserta didik merenungkan proses dan hasil belajar melalui evaluasi diri.

Menurut Hidayati & Listyani (2010), Indikator *self-regulated learning* terdiri atas enam indikator utama, yaitu tidak bergantung pada orang lain, memiliki kepercayaan diri, bersikap disiplin, memiliki rasa tanggung jawab, berinisiatif dalam bertindak, serta mampu mengendalikan diri.

Menurut Lestari & Yudhanegara (2017, hlm. 94) indikator SRL meliputi:

1. Inisiatif belajar
2. Memiliki kemampuan menentukan nasib sendiri
3. Mendiagnosis kebutuhan belajar
4. Kreatif dan inisiatif dalam memanfaatkan sumber belajar dan memilih strategi belajar
5. Memonitor, mengatur, dan mengontrol belajar
6. Mampu menahan diri
7. Membuat keputusan-keputusan sendiri
8. Mampu mengatasi masalah

Penelitian ini mengadaptasi indikator *self-regulated learning* dari Lestari dan Yudhanegara (2017, hlm. 94). Dari delapan kriteria asli, peneliti membatasi pada beberapa komponen utama agar relevan dengan target penelitian dan instrumen lapangan. Komponen yang diukur mencakup:

1. Inisiatif belajar, yaitu kemampuan siswa untuk memulai dan mengarahkan kegiatan belajarnya secara mandiri.
2. Mendiagnosis kebutuhan belajar, yaitu kemampuan siswa dalam mengenali kekuatan dan kelemahan dirinya dalam proses belajar.
3. Kreatif dan inisiatif dalam memanfaatkan sumber belajar serta memilih strategi belajar, yaitu kemampuan siswa dalam menentukan dan menggunakan sumber serta strategi belajar yang sesuai.
4. Memonitor, mengatur, dan mengontrol proses belajar, yaitu kemampuan siswa dalam memantau dan mengendalikan aktivitas belajarnya agar sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan.
5. Membuat keputusan sendiri, yaitu kemampuan siswa dalam menentukan tindakan belajar secara mandiri.
6. Mampu mengatasi masalah belajar, yaitu kemampuan siswa dalam menghadapi dan menyelesaikan hambatan yang muncul selama proses belajar.

Pemilihan indikator tersebut telah mewakili aspek utama *self-regulated learning* yang relevan dengan konteks pembelajaran dan instrumen penelitian, sehingga dapat menggambarkan tingkat SRL siswa secara komprehensif. Secara umum, SRL adalah kemampuan siswa mengelola belajar secara mandiri melalui perencanaan, pelaksanaan, pemantauan, dan evaluasi, yang berperan penting dalam mengembangkan kemampuan berpikir, tanggung jawab, serta motivasi belajar dalam menghadapi tantangan pembelajaran.

C. Model *Flipped classroom*

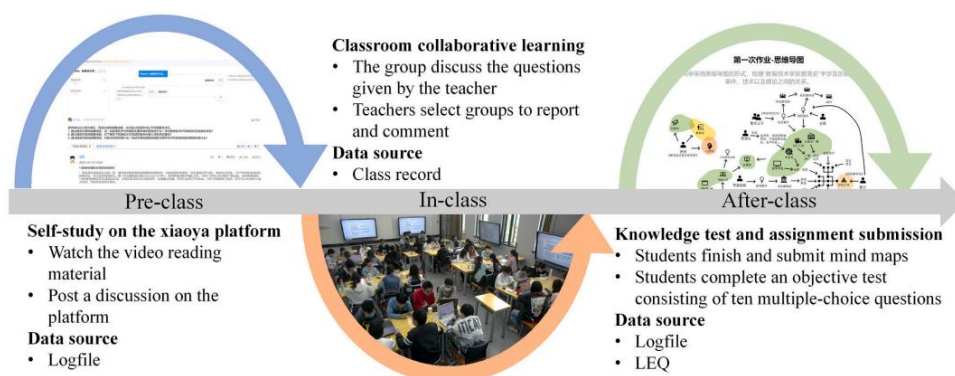
Model *flipped classroom* merupakan pendekatan yang efektif dalam meningkatkan hasil belajar, di mana siswa mempelajari materi terlebih dahulu di luar kelas, seperti melalui video pembelajaran, kemudian mempraktikkan dan mendiskusikan materi tersebut saat kegiatan di kelas (van Alten, *et al.*, 2020, hlm. 1). Adapun Jauhariningsih (2023, hlm. 42) mendefinisikan *flipped classroom*

adalah bentuk pembelajaran yang mengurangi jumlah penjelasan langsung dari guru, sekaligus meningkatkan interaksi antara guru dan siswa. Model ini menggunakan teknologi untuk menyediakan materi pembelajaran yang bisa diakses secara online.

Implementasi model *flipped classroom* memberikan ruang bagi pendidik untuk menstimulasi pengembangan keterampilan abad ke-21 pada siswa, meliputi kemampuan berpikir kritis (*critical thinking*), kolaborasi (*collaboration*), kompetensi komunikasi (*communication skills*), serta daya kreativitas dan inovasi (*creative/innovative*) (Zeir, *et al.*, 2022, hlm. 81). Efektivitas model ini dalam meningkatkan hasil uji kompetensi siswa dianggap lebih unggul dibandingkan dengan pendekatan pembelajaran konvensional. Signifikansi hasil tersebut diperkuat oleh temuan Lin (dalam Chen, *et al.*, 2023) yang melaporkan adanya peningkatan rata-rata nilai akhir sebesar 15% setelah penerapan model *flipped* pada ranah bidang teknik.

Anwar & Musdi (2019, hlm. 29) merumuskan beberapa tahapan sistematis dalam implementasi *flipped classroom* yang terdiri dari empat fase berikut:

1. Fase 0: Tahap awal di mana peserta didik melakukan kajian mandiri terhadap materi pembelajaran melalui media video di luar jam pelajaran.
2. Fase 1: Sesi tatap muka difokuskan pada pelaksanaan kegiatan belajar serta penyelesaian berbagai tugas yang relevan dengan materi yang telah dipelajari.
3. Fase 2: Tahap penerapan kompetensi melalui keterlibatan siswa dalam pengerjaan proyek atau simulasi interaktif di lingkungan kelas.
4. Fase 3: Penilaian akhir terhadap tingkat pemahaman dan pengetahuan peserta didik yang diselenggarakan pada penghujung aktivitas pembelajaran di kelas.



Gambar 2.1 The Flipped classroom Process (Chen, *et al.*, 2023)

Gambar di atas menjelaskan alur pembelajaran *flipped classroom* menurut Chen (2023, hlm. 3) yang terbagi menjadi tiga fase berkesinambungan, yaitu:

1. Fase *pre-class* melibatkan studi mandiri siswa dengan menonton video, membaca materi dan berdiskusi.
2. Fase *in-class* fokus beralih pada pembelajaran kolaboratif melalui diskusi kelompok dan mempresentasikan hasilnya untuk diberikan komentar.
3. Fase *after-class* difokuskan pada penguatan pemahaman melalui pengumpulan tugas peta konsep dan pengerjaan soal objektif lalu akhirnya dievaluasi.

Wang, *et al.*, (dalam Apriani, *et al.*, 2024, hlm. 3295) menyatakan pelaksanaan model *flipped classroom* ini terdiri dari beberapa langkah utama:

1. Penyusunan Materi Pra-Kelas: Guru menyediakan bahan ajar yang dapat diakses mandiri oleh siswa di rumah sebelum sesi kelas dimulai. Media ini dapat berupa video tutorial, rekaman audio, atau modul interaktif yang bertujuan memberikan stimulasi dan pemahaman awal mengenai topik bahasan.
2. Evaluasi Awal (*Pre-Class Assessment*): Sebelum kegiatan inti dimulai, guru melakukan penilaian awal guna mengukur tingkat pemahaman dan kesiapan yang telah dicapai siswa melalui aktivitas belajar mandiri di rumah.
3. Optimalisasi Aktivitas Kelas: Durasi tatap muka dialokasikan penuh untuk kegiatan interaktif dan kolaboratif. Guru bertindak sebagai fasilitator dalam diskusi kelompok agar siswa dapat mengaplikasikan konsep yang telah dipelajari sebelumnya.
4. Pemantauan dan Umpan Balik (*Monitoring & Feedback*): Guru secara aktif mengobservasi jalannya pembelajaran serta memberikan respons langsung melalui sesi tanya jawab atau evaluasi formatif demi memperkuat penguasaan materi siswa.
5. Diferensiasi dan Penyesuaian Instruksional: Berdasarkan data asesmen awal dan observasi kelas, guru mengadaptasi strategi pembelajaran sesuai kebutuhan peserta didik, baik berupa pemberian materi pengayaan maupun bimbingan intensif (*remedial*).
6. Diferensiasi dan Penyesuaian Instruksional: Berdasarkan data asesmen awal dan observasi kelas, guru mengadaptasi strategi pembelajaran sesuai kebutuhan

peserta didik, baik berupa pemberian materi pengayaan maupun bimbingan intensif (*remedial*).

Sejumlah kelebihan model *flipped classroom* menurut Restiana *et al.* (2023, hlm. 651) meliputi:

1. Siswa punya kesempatan belajar materi di rumah sebelum guru menyampaikannya di kelas.
2. Siswa bisa belajar di lingkungan yang nyaman dan sesuai dengan cara mereka menerima informasi.
3. Siswa lebih mudah mendapat bimbingan dari guru ketika mengalami kesulitan memahami tugas rumah atau soal latihan.
4. Siswa bisa belajar dari berbagai jenis materi seperti video, buku, dan website lainnya.

Kekurangan *flipped classroom* menurut Schiller (dalam Krisnanto & Prihatin, 2023, hlm. 1497) adalah:

1. Siswa yang belum terbiasa dengan model ini membutuhkan waktu untuk beradaptasi karena harus belajar mandiri di rumah sehingga kurang siap mengikuti pembelajaran aktif di kelas, untuk mengatasinya dapat diberikan kuis secara daring maupun di kelas serta tugas rumah sebagai bahan referensi.
2. Pekerjaan rumah berupa bacaan dan video perlu disusun secara cermat agar sesuai dengan kegiatan di kelas.
3. Penyusunan bahan ajar yang berkualitas tergolong cukup sulit dilakukan.

D. Aplikasi Cymath

Cymath merupakan aplikasi berbasis teknologi yang dapat digunakan melalui handphone atau laptop untuk membantu mengerjakan soal-soal matematika seperti Aljabar, teori bilangan, geometri, dan analisis Aljabar. Dalam Aljabar, soal-soal biasanya menggunakan simbol seperti x , y , atau z (Hasanah, *et al.*, 2024, hlm. 198). Penggunaan Cymath sebagai media pembelajaran memberikan kontribusi positif terhadap penguasaan materi aljabar siswa. Dengan fitur solusi yang detail dan bertahap, aplikasi ini mampu mengubah dinamika pembelajaran menjadi lebih interaktif dan efisien bagi peserta didik (Irvan, *et al.*, 2025).

Penelitian Lubis, *et al.*, (2024) mengindikasikan bahwa integrasi Cymath mampu menjadi instrumen efektif dalam mendampingi siswa mengatasi kompleksitas materi aljabar yang selama ini dianggap menantang. Penggunaan Cymath juga membantu meningkatkan dan meratakan pemahaman aljabar siswa sehingga kesenjangan belajar dapat diminimalkan. Dengan demikian, penerapan aplikasi Cymath dalam pembelajaran aljabar dapat meningkatkan hasil belajar dan membantu pemerataan pemahaman siswa. Menurut (Pratidiana & Junaedi, 2022, hlm. 171), kelebihan Cymath yaitu mampu menyelesaikan soal matematika dalam hitungan detik serta menyediakan solusi langkah demi langkah secara gratis, sehingga dapat membantu siswa memahami proses penyelesaian soal dengan lebih mudah dan praktis.

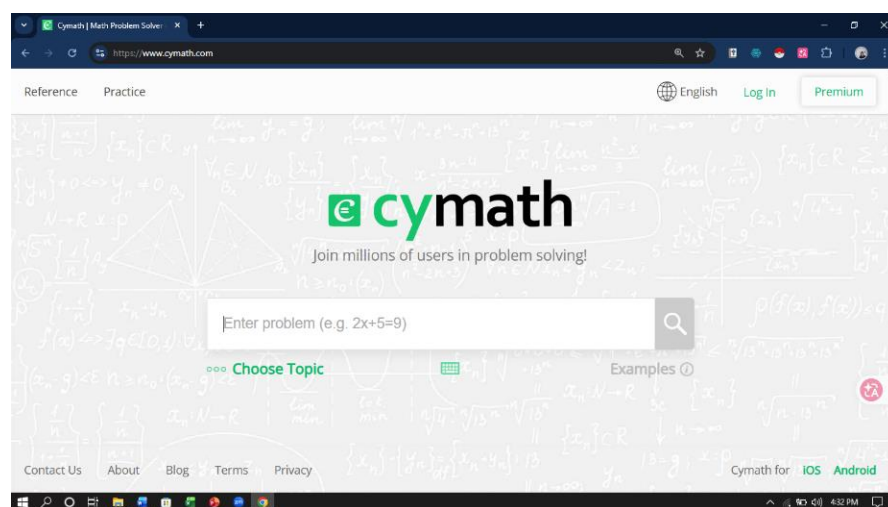
Untuk menggunakan aplikasi Cymath, siswa harus mengakses platform melalui perangkat seluler atau melalui web, dengan langkah-langkah penggunaan yang meliputi:

1. Mengakses *Platform*

Pengguna dapat mengakses Cymath melalui situs <https://www.cymath.com/> atau mengunduh aplikasi Cymath melalui *Play Store* pada perangkat android.

2. Tampilan Awal Aplikasi

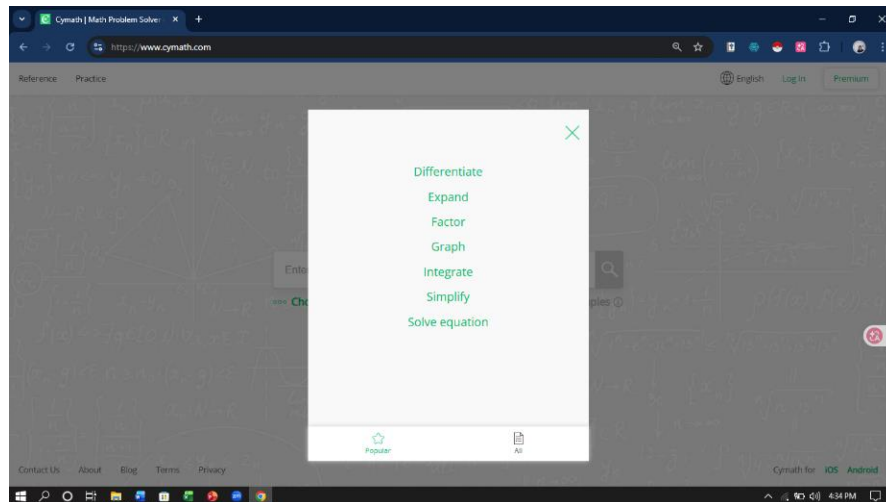
Setelah aplikasi atau situs Cymath dibuka, pengguna akan langsung diarahkan ke halaman utama yang menampilkan kolom input untuk memasukkan soal matematika.



Gambar 2.2 Tampilan Awal Aplikasi Cymath

3. Memasukkan Soal Matematika

Pengguna dapat mengaitkan soal matematika pada kolom yang tersedia. Soal yang dimasukkan dapat berupa persamaan aljabar, persamaan linear, persamaan kuadrat, sistem persamaan, turunan, maupun integral.



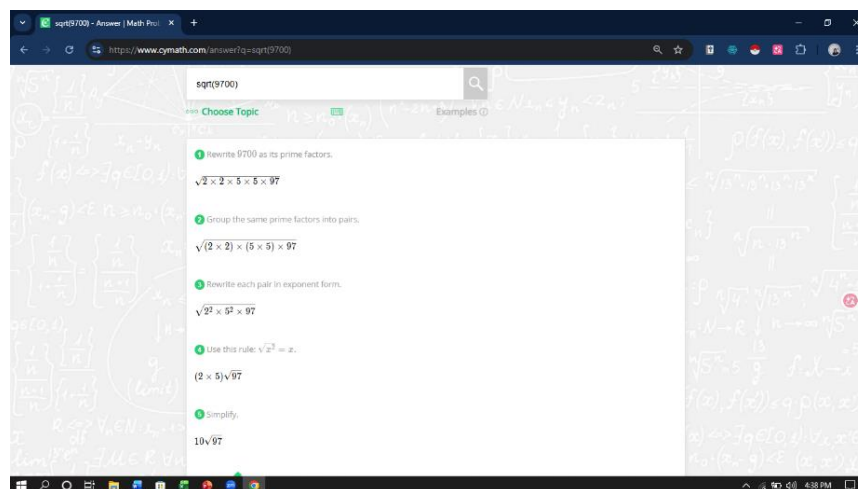
Gambar 2.3 Kolom Input Soal Matematika pada Aplikasi Cymath

4. Memilih Jenis Penyelesaian

Setelah soal dimasukkan, pengguna menekan tombol *solve* atau ikon penyelesaian yang tersedia. Cymath kemudian akan memproses soal tersebut.

5. Menampilkan Langkah Penyelesaian

Aplikasi Cymath akan menampilkan hasil penyelesaian beserta langkah-langkahnya secara bertahap, sehingga pengguna dapat memahami proses penyelesaian soal matematika dengan lebih jelas.



Gambar 2.4 Tampilan Langkah Penyelesaian pada Aplikasi Cymath

6. Meninjau dan Memahami Langkah-langkah

Pengguna dapat meninjau setiap langkah penyelesaian yang ditampilkan untuk memahami konsep dan prosedur matematika yang digunakan.

7. Menggunakan Kembali untuk Soal Lain

Pengguna dapat menghapus soal sebelumnya dan memasukkan soal baru untuk diselesaikan dengan cara yang sama.

Proses ini memudahkan guru dalam membimbing penyelesaian soal sekaligus memberi siswa kesempatan belajar mandiri secara lebih terstruktur. Integrasi teknologi melalui aplikasi Cymath terbukti efektif dalam memfasilitasi penguatan kecakapan komunikasi matematis sekaligus kemandirian belajar. Capaian ini mencerminkan respons proaktif terhadap tantangan pendidikan di era digital yang menuntut pendekatan pembelajaran berbasis inovasi dan fleksibilitas teknologi.

E. Model Pembelajaran Konvensional

Berbeda dengan kelompok eksperimen, kelas kontrol dalam penelitian ini mengimplementasikan model *direct instruction*. Oleh karena itu, setiap tahapan aktivitas di kelas dikonstruksi secara ketat mengikuti prosedur sintaksistik yang terdapat pada model pembelajaran langsung. Pembelajaran langsung merupakan model pembelajaran yang menekankan penyampaian informasi atau keterampilan secara langsung oleh guru kepada peserta didik, dengan proses pembelajaran yang terarah pada pencapaian tujuan dan disusun secara terstruktur oleh guru (Suryadi, 2022, hlm. 47). Lestari & Yudhanegara (2017, hlm. 37) model *direct instruction* menggunakan pendekatan *teacher centered*, yaitu pembelajaran yang menempatkan guru sebagai pusat kegiatan belajar melalui penyampaian materi secara langsung dan sistematis dengan metode seperti ceramah, ekspositori, tanya jawab, serta demonstrasi. Pada tahap latihan terbimbing, peserta didik mempraktikkan materi dengan bimbingan guru serta dapat berdiskusi dan berinteraksi dengan teman untuk memperkuat pemahaman. Kegiatan belajar secara kolaboratif juga memungkinkan peserta didik saling membantu dalam memahami materi yang dipelajari (Rosenshine, 2012). Bruce dan Weil (dalam Lestari & Yudhanegara, 2017, hlm. 38) menjabarkan lima fase /tahapan pembelajaran *direct instruction* sebagai berikut:

Tabel 2.1 Fase *Direct Instruction*

Fase	Deskripsi
Orientasi	Guru memberikan kerangka pembelajaran dan orientasi terhadap materi, yang meliputi kegiatan pendahuluan, penyampaian tujuan pembelajaran, serta pemberian motivasi kepada siswa.
Presentasi/Demonstrasi	Guru menyampaikan materi pembelajaran berupa konsep atau keterampilan melalui penyajian materi, pemberian contoh, dan pemodelan.
Latihan Terstruktur	Guru memberikan latihan soal yang telah disusun secara terstruktur kepada peserta didik.
Latihan Terbimbing	Guru memberikan latihan soal serta membimbing proses pengerjaan dengan memantau pekerjaan siswa, berkeliling kelas, memeriksa hasil kerja, dan memberikan koreksi.
Latihan Mandiri	Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk berlatih secara mandiri melalui tugas individu guna memperkuat pemahaman konsep dan keterampilan.

F. Hasil Penelitian yang Relevan

Tinjauan terhadap sejumlah studi terdahulu yang sejalan dengan penelitian ini berfokus pada keterkaitan antara kompetensi komunikasi matematis, SRL, implementasi model *flipped classroom*, serta pemanfaatan aplikasi Cymath.

1. Penelitian Manurung (2025) mengenai implementasi model pembelajaran *flipped classroom* untuk meningkatkan *self-regulated learning* siswa menunjukkan bahwa penerapan *flipped classroom* memberikan peningkatan kemandirian belajar yang lebih baik dibandingkan pembelajaran tradisional.
2. Penelitian Mukhayat *et al.* (2023) mengenai kemampuan komunikasi matematis dan pemahaman konsep matematika melalui model *flipped classroom* berbantu media pembelajaran menunjukkan bahwa model *flipped classroom* memberikan pengaruh positif terhadap kemampuan komunikasi matematis.
3. Penelitian Ardila *et al.* (2021) mengenai pengembangan perangkat pembelajaran trigonometri dengan model *flipped classroom* untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran yang dikembangkan efektif meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa.
4. Penelitian Gunur *et al.* (2023) mengenai dampak *self-regulation* dan *self-efficacy* terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa menunjukkan

bahwa siswa dengan *self-regulation* dan *self-efficacy* yang baik cenderung memiliki kemampuan komunikasi matematis yang lebih tinggi.

5. Penelitian Al-Abdullatif (2020) mengenai *self-regulated learning* dan prestasi akademik dalam lingkungan *e-learning* melalui model *flipped classroom* menunjukkan bahwa siswa yang belajar dengan *flipped classroom* memiliki tingkat *self-regulated learning* pada kategori baik hingga tinggi.
6. Penelitian Andhini & Widodo (2024) mengenai SRL dan proses kognitif dalam pembelajaran *flipped classroom* menunjukkan bahwa pembelajaran melalui *flipped classroom* mendorong siswa belajar mandiri dan menerapkan strategi pengaturan diri, seperti menetapkan tujuan dan mempersiapkan belajar.
7. Penelitian Putri *et al.* (2023) mengenai analisis penggunaan model *flipped classroom* berbantu media digital dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa menunjukkan bahwa penerapan model *flipped classroom* dengan media digital mampu meningkatkan komunikasi matematis siswa.
8. Penelitian Salsabilla *et al.* (2023) mengenai peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa SMP melalui model *problem-based learning* (PBL) berbantuan GeoGebra menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa yang memperoleh pembelajaran dengan model *problem-based learning* berbantuan GeoGebra lebih baik dibandingkan dengan siswa yang memperoleh pembelajaran konvensional.
9. Penelitian Hasanah *et al.* (2024) mengenai pengembangan e-modul FlipHTML berbantuan aplikasi Cymath untuk meningkatkan kemampuan literasi matematika serta pengaruhnya terhadap antusiasme mahasiswa dalam mempelajari materi aljabar menunjukkan bahwa e-modul tersebut valid, praktis, dan efektif, serta mampu meningkatkan literasi matematika dan antusiasme belajar mahasiswa dalam mempelajari aljabar.
10. Penelitian Khairani *et al.* (2025) mengenai efektivitas model *flipped classroom* dalam meningkatkan kemandirian belajar peserta didik menunjukkan bahwa model tersebut efektif dan memberikan peningkatan yang signifikan terhadap kemandirian belajar dibandingkan pembelajaran konvensional.
11. Penelitian Fung *et al.* (2021) mengenai penerapan *flipped classroom* dalam pembelajaran matematika menunjukkan bahwa dampak penerapannya masih

bervariasi, namun jika dilaksanakan secara efektif dapat menghasilkan hasil belajar yang lebih baik dibandingkan pembelajaran tradisional.

12. Penelitian Pratidiana & Junaedi (2022) mengenai penggunaan aplikasi Cymath pada pembelajaran aljabar menunjukkan bahwa Cymath dapat membantu siswa dalam menyelesaikan soal aljabar serta mendukung pembelajaran berbasis teknologi, meskipun tingkat kepuasan siswa masih beragam.

Berdasarkan kajian penelitian terdahulu, kemampuan komunikasi matematis, *self-regulated learning*, model pembelajaran *flipped classroom*, dan penggunaan aplikasi Cymath memiliki keterkaitan yang positif. Namun, penelitian sebelumnya masih mengkajinya secara terpisah. Oleh karena itu, penelitian ini mengintegrasikan keempat variabel tersebut dalam satu pembelajaran sehingga memiliki unsur kebaruan dan diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan kemampuan komunikasi matematis dan SRL siswa.

G. Kerangka Pemikiran

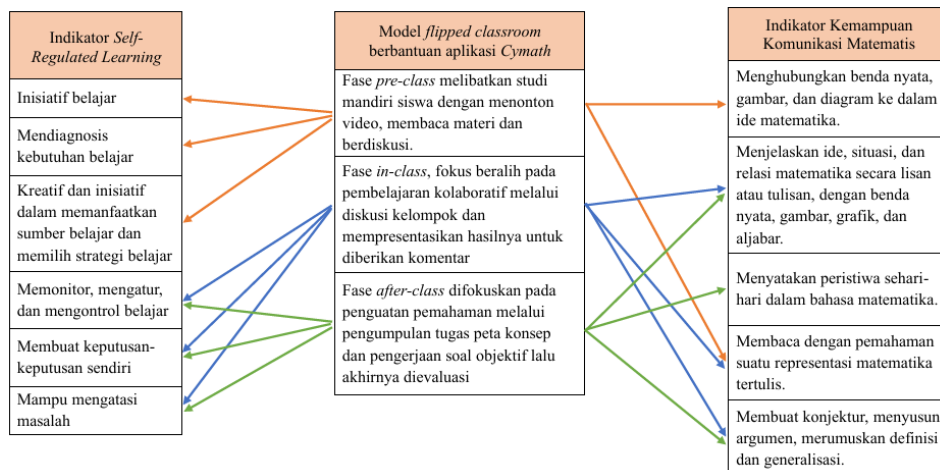
Matematika memegang peranan krusial sebagai salah satu mata pelajaran inti dalam kurikulum pendidikan. Namun, pada realitasnya, bidang studi ini masih kurang diminati dan cenderung dihindari oleh peserta didik di berbagai tingkatan sekolah (Lara, *et al.*, 2025, hlm. 578). Sudut pandang negatif tersebut terbentuk akibat proses pembelajaran yang sejauh ini masih menerapkan model konvensional serta didominasi oleh peran pendidik (*teacher-centered*), salah satunya melalui penggunaan metode ceramah, sehingga siswa cenderung bersikap pasif, kurang terlibat secara aktif, serta memiliki keterbatasan dalam mengembangkan kemampuan komunikasi matematis dan membangun pengetahuan secara mandiri (huzaimi, *et al.*, 2024, hlm. 86).

Komunikasi matematis memiliki peran penting dalam pembelajaran matematika karena melalui proses komunikasi tersebut, siswa dapat memahami konsep, menemukan ide matematis, serta menyampaikan dan membangun gagasan secara runtut dan bermakna (Fauziah, *et al.*, 2018, hlm. 91). Sejalan dengan hal tersebut, *self-regulated learning* (SRL) juga memegang urgensi tinggi, peserta didik yang memiliki kemandirian belajar yang baik cenderung menunjukkan performa akademik yang lebih unggul, mampu melakukan refleksi diri terhadap proses

belajarnya, serta efektif dalam manajemen waktu dan penugasan (Hargis dalam Mulyani, *et al.*, 2017, hlm. 99). Oleh karena itu, peningkatan kedua kemampuan tersebut perlu didukung oleh penerapan model pembelajaran yang tepat dan efektif.

Peneliti menerapkan model *flipped classroom* berbantuan aplikasi Cymath untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis dan *self-regulated learning* siswa SMP. *Flipped classroom* merupakan model pembelajaran yang menuntut pergeseran peran guru dari penyampai pengetahuan satu arah menjadi fasilitator dan pembimbing pembelajaran. Dalam model ini, siswa membangun pengetahuan melalui pembelajaran mandiri sebelum pembelajaran di kelas dan memperdalam pemahaman melalui interaksi selama kegiatan tatap muka (Zhou & Zhang, 2025, hlm. 4). Selain itu, pemanfaatan aplikasi Cymath dalam pembelajaran matematika memberikan alternatif solusi belajar yang lebih efektif dan menarik melalui integrasi teknologi dan latihan terstruktur. Aplikasi ini membantu siswa mengatasi kesulitan dalam memahami konsep matematika yang bersifat abstrak, seperti penggunaan simbol dan penyelesaian masalah (Irvan, *et al.*, 2025, hlm. 160).

Berikut gambaran keterkaitan antara sintak *flipped classroom* berbantuan aplikasi Cymath dengan indikator kemampuan komunikasi matematis dan SRL:



Gambar 2.5 Keterkaitan Model Pembelajaran *Fliped Classrom* dengan Kemampuan Komunikasi Matematis dan SRL

Menurut Bergmann dan Sams dalam Tucker (2012, hlm. 82), *flipped classroom* merupakan model pembelajaran yang membalik pembelajaran konvensional, aktivitas penyampaian materi beralih menjadi kegiatan belajar mandiri siswa di rumah sebelum jam sekolah dimulai dengan memanfaatkan

tayangan video pembelajaran maupun media interaktif. Lebih lanjut, pada fase awal (*pre-class*), siswa diarahkan untuk mencermati materi secara mandiri melalui video, menyusun catatan ringkas, serta merumuskan pertanyaan yang akan didiskusikan saat sesi tatap muka di kelas. Lebih lanjut menurut Kurniawan, *et al.*, (2023 hlm 36) kegiatan pada tahap ini dapat dilakukan melalui aktivitas membaca materi, mengamati media pembelajaran, maupun mengerjakan *pre-asesmen* dengan petunjuk tugas yang terarah serta penyajian materi yang singkat dan berfokus pada konsep inti.

Aktivitas belajar mandiri pada fase *pre-class* berkaitan dengan indikator kemampuan komunikasi matematis, khususnya menghubungkan benda nyata, gambar dan diagram ke dalam ide matematika serta membaca dengan pemahaman suatu representasi matematika tertulis. Hal ini terjadi ketika siswa mengamati contoh permasalahan kontekstual yang disajikan dalam video atau bahan ajar kemudian menerjemahkannya ke dalam simbol matematika. Selain itu, saat siswa membaca materi, memahami simbol matematika, dan memperhatikan langkah penyelesaian soal, siswa melakukan proses interpretasi terhadap representasi matematika tertulis. Sejalan dengan pendapat Lubis, *et al.*, (2023, hlm. 30), kompetensi komunikasi matematis merupakan kapasitas siswa untuk mengartikulasikan ide-ide matematika menggunakan simbol dan bahasa formal, kemampuan ini menjadi fondasi bagi siswa dalam menginterpretasikan serta mencari solusi atas beragam permasalahan kontekstual yang ditemui dalam kehidupan sehari-hari.

Selain berkaitan dengan kemampuan komunikasi matematis, fase *pre-class* juga mendukung *self-regulated learning* siswa. Pada tahap ini siswa mempelajari materi secara mandiri sebelum pembelajaran di kelas berlangsung melalui kegiatan membaca materi, menyimak video pembelajaran, membuat catatan, serta mengidentifikasi materi yang belum dipahami. Sejalan dengan pendapat Annajmi & Dedi Kuswandi (2024, hlm. 121), siswa dapat mempelajari materi di rumah sesuai dengan kecepatan dan gaya belajar masing-masing secara mandiri ataupun kolaboratif. Kegiatan tersebut memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengatur waktu belajar serta menentukan strategi pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhannya sehingga lebih siap mengikuti pembelajaran di kelas (Intishar, *et al.*

2024, hlm. 562). Oleh karena itu, fase *pre-class* berkaitan dengan indikator *self-regulated learning* berupa inisiatif belajar, kemampuan mendiagnosis kebutuhan belajar, serta kemampuan memilih dan memanfaatkan sumber belajar secara mandiri.

Menurut Bergmann dan Sams dalam Tucker (2012, hlm. 82), *flipped classroom* menjadikan kegiatan pembelajaran di kelas sebagai tempat untuk menyelesaikan masalah, memperdalam konsep, dan melakukan pembelajaran kolaboratif. Selama fase *in-class*, siswa difokuskan pada keterlibatan aktif dalam forum diskusi, kerja kelompok, serta sesi tanya jawab. Seluruh rangkaian aktivitas tersebut diarahkan untuk memecahkan masalah guna mengonstruksi pemahaman yang lebih mendalam terhadap materi yang telah dieksplorasi pada tahap sebelumnya. Sejalan dengan pendapat Kurniawan, *et al.*, (2023 hlm. 37), kegiatan pada tahap ini difokuskan pada pendalaman dan klarifikasi materi melalui aktivitas interaktif seperti diskusi, kerja kelompok, kuis, dan pemecahan masalah. Selain itu, guru berperan sebagai fasilitator yang membimbing diskusi, mengonfirmasi pertanyaan siswa, serta membantu siswa berpikir lebih mendalam selama proses pembelajaran (Annajmi & Dedi Kuswandi, 2024, hlm. 121).

Aktivitas pembelajaran pada fase kedua *in-class* berkaitan dengan indikator kemampuan komunikasi matematis yaitu menjelaskan ide dan relasi matematika secara lisan maupun tertulis, membaca dengan pemahaman suatu representasi matematika tertulis, serta menyusun argumen dan konjektur matematika berdasarkan hasil diskusi. Hal ini terjadi ketika siswa menyampaikan pendapat, menjelaskan langkah penyelesaian soal, serta mengemukakan alasan terhadap jawaban yang diperoleh selama kegiatan diskusi dan pemecahan masalah. Selain itu, melalui proses diskusi, tanya jawab, dan aktivitas pemecahan masalah di kelas, siswa didorong untuk mengemukakan pendapat, mempertanyakan jawaban, serta membandingkan berbagai solusi yang diperoleh (Radiah dalam Sulistiowati *et al.*, 2025, hlm. 582). Dengan demikian, siswa melakukan proses interpretasi terhadap simbol, tabel, grafik, maupun persamaan matematika yang digunakan dalam diskusi kelompok. Sejalan dengan pendapat Sunaryo, *et al.* (2024, hlm. 929), komunikasi matematis mencakup kemampuan menggunakan kosakata, notasi, dan struktur matematika dalam penalaran, koneksi, serta pemecahan masalah.

Selain berkaitan dengan kemampuan komunikasi matematis, fase *in-class* juga mendukung *self-regulated learning* siswa. Selama fase ini, partisipasi aktif siswa dalam forum diskusi, kerja kelompok, tanya jawab, serta pemecahan masalah secara kolaboratif turut memfasilitasi mereka dalam mengembangkan keterampilan metakognitif, yakni kemampuan untuk memonitor sekaligus meregulasi proses belajarnya secara mandiri saat pembelajaran berlangsung. Selain itu, siswa juga dilatih untuk membuat keputusan dalam kelompok serta mengatasi masalah yang muncul selama proses diskusi. Sejalan dengan pendapat Annajmi & Dedi Kuswandi (2024, hlm. 121), pada fase *in-class* siswa berdiskusi, mempresentasikan hasil kerja kelompok, serta menyelesaikan permasalahan yang diberikan guru. Dengan demikian, fase *in-class* berkaitan dengan indikator *self-regulated learning* berupa kemampuan memonitor proses belajar, membuat keputusan, dan memecahkan masalah selama kegiatan pembelajaran berlangsung.

Menurut Bergmann dan Sams dalam Tucker (2012, hlm. 82), *flipped classroom* tidak hanya memindahkan penyampaian materi ke luar kelas, tetapi juga memberikan kesempatan kepada siswa untuk meninjau kembali dan memperkuat pembelajaran melalui penggunaan materi pembelajaran secara berulang. Oleh karena itu, pada fase ketiga (*after-class*) siswa melakukan evaluasi dan tindak lanjut pembelajaran melalui latihan, refleksi, maupun tugas lanjutan untuk memperdalam pemahaman terhadap materi yang telah dipelajari. Sejalan dengan hal tersebut, Kurniawan, *et al.*, (2023 hlm.37) menyatakan bahwa tahap *after-class* difokuskan pada kegiatan evaluasi dan tindak lanjut melalui *post-test*, kuis, portofolio, atau tugas lanjutan untuk menilai ketercapaian tujuan pembelajaran serta memberikan umpan balik terhadap hasil belajar siswa.

Terdapat korelasi yang erat antara aktivitas di tahapan *after-class* dengan indikator kemampuan komunikasi matematis. Hal ini diwujudkan melalui tugas-tugas yang menuntut siswa untuk menuangkan pemikiran matematis secara tertulis, mengonversi situasi sehari-hari ke dalam simbol atau bahasa matematika, serta membangun argumen matematis yang koheren. Hal ini terjadi ketika siswa menyampaikan hasil refleksi, menuliskan langkah penyelesaian soal, serta mengemukakan alasan terhadap jawaban yang diperoleh melalui tugas lanjutan maupun evaluasi pembelajaran. Dalam konteks *flipped classroom*, Persky &

McLaughlin (2017, hlm. 6) menjelaskan bahwa aktivitas *after-class* berfungsi memperkuat pembelajaran melalui latihan berkelanjutan, transfer pemecahan masalah, serta pemberian umpan balik yang mendorong siswa mengekspresikan dan merefleksikan pemahamannya secara tertulis. Dengan demikian, siswa dilatih untuk mengomunikasikan pemahamannya secara tertulis dan runtut dalam menyelesaikan permasalahan matematika.

Selain berkaitan dengan kemampuan komunikasi matematis, fase *after-class* juga mendukung *self-regulated learning* siswa. Pada tahap ini, siswa melakukan evaluasi diri, mengatur tindak lanjut pembelajaran, serta menyelesaikan tugas secara mandiri sehingga siswa belajar memonitor dan mengatur proses belajarnya setelah kegiatan pembelajaran berlangsung. Sejalan dengan pendapat Annajmi & Dedi Kuswandi (2024, hlm. 121), pada *flipped classroom* siswa melakukan refleksi serta mengidentifikasi kesulitan yang dialami selama proses pembelajaran. Dengan demikian, fase *after-class* berkaitan dengan indikator *self-regulated learning* berupa kemampuan memonitor dan mengatur proses belajar, serta mengatasi permasalahan secara mandiri.

Berdasarkan uraian tersebut, model *flipped classroom* berbantuan aplikasi Cymath diduga dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis dan *self-regulated learning* siswa melalui kegiatan belajar mandiri, diskusi, dan pemecahan masalah sehingga pembelajaran menjadi lebih aktif dan berpusat pada siswa.

H. Asumsi dan Hipotesis Penelitian

1. Asumsi Penelitian

Asumsi atau pendapat dasar adalah pendapat yang menjadi dasar dalam melakukan penelitian. Asumsi ini secara tidak langsung terkandung dalam paradigma, perspektif, dan kerangka teori yang digunakan. Biasanya asumsi ini diterima sebagai sesuatu yang benar tanpa perlu dibuktikan. Asumsi umumnya berasal dari postulat, yaitu kebenaran yang sudah ada sejak awal dan tidak bisa dibuktikan kebenarannya (Prasetyo, *et al.*, 2022, hlm. 383). Asumsi pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Penggunaan model pembelajaran yang disesuaikan dengan karakteristik siswa berpotensi meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran. Model

pembelajaran yang berpusat pada siswa mendorong keaktifan dan antusiasme siswa dalam memahami materi, sehingga berpotensi mendukung perkembangan kemampuan komunikasi matematis dan kemandirian belajar siswa.

- b. Model pembelajaran *flipped classroom* mengarahkan siswa untuk mempelajari materi sebelum pembelajaran di kelas dan memanfaatkan waktu di kelas untuk diskusi, tanya jawab, serta penyampaian ide matematis, sehingga mendorong siswa untuk lebih aktif dalam proses pembelajaran.
- c. Pembelajaran dengan menggunakan *flipped classroom* berbantuan aplikasi Cymath memberikan kesempatan kepada siswa untuk mempelajari langkah penyelesaian soal secara mandiri dan mengomunikasikan pemahamannya, baik secara individu maupun dalam diskusi kelompok.
- d. Pemilihan model pembelajaran yang mendorong kemandirian belajar berpotensi memperkuat hubungan antara kemampuan komunikasi matematis dan SRL, di mana siswa dengan SRL yang baik cenderung mampu mengomunikasikan ide matematis secara lebih jelas dan terstruktur.

2. Hipotesis Penelitian

Merujuk pada rumusan masalah yang ditetapkan, dugaan awal atau hipotesis dalam penelitian ini adalah:

- a. Peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa yang mendapatkan pembelajaran dengan model *flipped classroom* berbantuan aplikasi Cymath lebih tinggi dibandingkan dengan siswa yang memperoleh pembelajaran konvensional.
- b. *Self-regulated learning* (SRL) siswa yang mengikuti pembelajaran dengan model *flipped classroom* berbantuan aplikasi Cymath lebih baik dibandingkan dengan siswa yang memperoleh pembelajaran konvensional.
- c. Terdapat korelasi positif antara kemampuan komunikasi matematis dan *self-regulated learning* (SRL) siswa setelah diterapkannya model *flipped classroom* berbantuan aplikasi Cymath.
- d. Efektivitas model pembelajaran *flipped classroom* berbantuan aplikasi Cymath terhadap peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa berkategori sedang.