

BAB II

LANDASAN TEORITIS

2.1 Kajian Teori

2.1.1 Model Project Based Learning

a. Definisi Project Based Learning

Tujuan proses belajar menurut Gagne (Sulisworo, 2020) adalah peningkatan kemampuan pada *declarative knowlege*, *procedural knowlege*, *cognitive strategis*, *motor skill* dan *attitude*. Saat ini peran peserta didik harus lebih tinggi dari aktif yaitu proaktif (Sulisworo, 2020). Zaman terus berubah dan berkembang sangat cepat dan kompleks. Hal tersebut tentu harus diimbangi dengan kemampuan manusia yang kreatif dan mampu menjadi bagian dari solusi bukan menjadi masalah. Tidak dapat dipungkiri bahwa telah terjadi kesenjangan yang cukup lebar antara lulusan pendidikan dengan persyaratan pekerjaan. Penggunaan lingkungan belajar yang memadai (konstruktivitik) menjadi salah satu strategi dalam mengurangi kesenjangan tersebut. Diantara syarat utama lingkungan belajar konstruktivitik adalah pembelajaran bersifat tumbuh (Sulisworo, 2020). Para peserta didik menjadi investigator, penemu dan penyelesaian masalah sedangkan guru sebagai fasilitator dan pengarah. Sejalan dengan profil pelajar pancasila dalam kurikulum merdeka pembelajaran matematika ditujukan untuk pengembangan *hard skill* dan *soft skills* (Kementerian Pendidikan Kebudayaan Riset Dan Teknologi, 2022). Menurut (Rahmawati, 2022) model pembelajaran adalah sebuah rancangan belajar yang disusun secara sistematis untuk mencapai tujuan pembelajaran. Menurut Sani (Fiana *et al.*, 2019) terdapat beberapa model pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik pembelajaran SD yaitu model *inquiry*, model *discovery learning*, model *problem based learning*, model *Project Based Learning* dan model *problem solving*. Dengan Model pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning*) atau sering disebut dengan PjBL menjadi salah satu alternatif model pembelajaran kelas yang inovatif. Melalui model pembelajaran ini dapat menjadi wadah pengembangan profil pelajar pancasila di sekolah karena pembelajaran ini berfokus pada kinerja peserta didik (Rohmah *et al.*, 2022).

Selanjutnya menurut Al Balushi dan Al Aamri (Demir & Önal, 2021) mendefinisikan PjBL sebagai konten pembelajaran yang terdiri dari masalah berdasarkan praktik kehidupan nyata dan kondisi tertentu sesuai dengan pertanyaan realistis. Adapun Chen dan Yang (Al Mulhim & Eldokhny, 2020) mendefinisikan *Project Based Learning* merupakan metode pembelajaran dan pengajaran sistematis dimana peserta didik berkesempatan untuk belajar dari dunia nyata melalui presentasi. Hal ini juga senada dengan yang diungkapkan Padiya (Tinenti, 2018) bahwa model pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning*) merupakan suatu model pembelajaran yang memungkinkan peserta didik untuk memperoleh ketrampilan dan kemampuan yang dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari, sehingga memberikan mana dan relevansi yang lebih pada proses pembelajaran. PjBL juga dijelaskan Noor Cholis (Basjaruddin, 2016) sebagai model pembelajaran yang fokusnya adalah meningkatkan kemampuan analitis dan berpikir kritis peserta didik. Model PjBL lebih menekankan peran guru dalam merumuskan kinerja, merancang, memperhitungkan, melaksanakan program dan melakukan penilaian (Fiana *et al.*, 2019). Dengan kata lain peran peserta didik dalam model PjBL melakukan penyelidikan, penaksiran, penyusunan data dan informasi guna memperoleh beragam hasil belajar (Herwanto, 2018). Menurut Nurfitriyanti (Irfan Nugraha *et al.*, 2021) model pembelajaran berbasis proyek membutuhkan rentang waktu yang panjang dan memfokuskan pada kinerja peserta didik dalam memahami gagasan dan aturan dengan melakukan penyelidikan secara holistik suatu permasalahan dan menemukan penyelesaian dalam pembuatan proyek sehingga peserta didik melalui pembelajaran bermakna dengan mengkonstruksi pengetahuan secara mandiri. Menurut I Wayan (Widana & Septiari, 2021) pembelajaran berbasis proyek merupakan pembelajaran dengan titik fokus para proses intelektual dan pemecahan masalah serta penemuan konsep juga generalisasi.

Dalam proses pembelajaran berbasis proyek peserta didik baik secara perorangan maupun tim diarahkan untuk mempertanggungjawabkan proyek mandiri yang telah dibuat atau dilakukan melalui presentasi dalam kelas (Mawarini *et al.*, 2022). Menurut Zhou (Widana & Septiari, 2021) pada model pembelajaran berbasis proyek peserta didik diberikan kesempatan seluas-luasnya dalam

menuangkan ide-ide sehingga mampu merangsang secara positif baik fisik maupun psikis peserta didik dalam membangun konsep baru. Model pembelajaran berbasis proyek merupakan aktivitas pembelajaran pembuatan hasil kinerja dengan menitikberatkan pada pengalaman penyelesaian masalah dan peningkatan kreativitas (Nugraheni & Suroso, 2018). Model pembelajaran berbasis proyek adalah pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada guru dalam mengelola aktivitas belajar mengajar dalam kelas sehingga peserta didik menghasilkan suatu proyek (Sedyati *et al.*, 2018). Menurut Bren dan Ericson (Anggara, 2021) *Project Based Learning* adalah pendekatan yang berfokus pada prinsip dan konsep utama suatu disiplin, melibatkan peserta didik dalam pemecahan masalah dan tugas penuh makna, mendorong kemandirian dalam pembelajaran, dan menghasilkan karya nyata. Menurut Iik (Nurhikmayati & Sunendar, 2020) model pembelajaran *Project Based Learning* merupakan suatu metode pembelajaran di mana peserta didik terlibat dalam proyek atau tugas yang mendorong mereka untuk menciptakan produk atau solusi yang bermanfaat dan memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk berpartisipasi dalam pembelajaran aktif dan kolaboratif dengan menggunakan pengetahuan dan keterampilan mereka.

Merujuk dari pendapat para ahli tersebut maka dapat ditarik kesimpulan bahwa model pembelajaran berbasis proyek (*Project Based Learning*) adalah pendekatan pembelajaran yang melibatkan peserta didik dalam proyek nyata yang relevan dengan kehidupan mereka, dengan tujuan mengembangkan *hard skill* dan *soft skills* meliputi keterampilan, pemahaman, dan pengetahuan yang bermanfaat dalam konteks kehidupan sehari-hari.

b. Karakteristik Model Project Based Learning

Model *Project Based Learning* (PjBL) berbeda dari pembelajaran konvensional atau langsung. PjBL lebih terfokus pada belajar kontekstual melalui penggunaan tugas bermakna dan melibatkan peserta didik dalam keadaan sebenarnya. PjBL memberikan peluang bagi peserta didik untuk mengetahui pengetahuan mereka sendiri dan mendapatkan produk yang realistis melalui pemikiran divergen dan penalaran yang penting untuk melibatkan konteks baru (Anggara, 2021). Adapun menurut Iyam (Maryati, 2016) pembelajaran berbasis proyek menekankan penggunaan pada berbagai sumber informasi, kolaborasi dan

komunikasi antara peserta didik, serta pengembangan keterampilan sosial dan emosional. Dalam pembelajaran berbasis proyek, pengajar berperan sebagai fasilitator yang membantu peserta didik dalam menemukan solusi dan mengembangkan kreativitasnya, sehingga peserta didik dapat menjadi pembelajar yang mandiri dan aktif dalam proses pembelajaran.

Terdapat beberapa pendapat mengenai karakteristik model PjBL. Diantaranya menurut Daryanto dan Raharjo (Pulungan, 2021) yang menjelaskan beberapa karakteristik dalam model *Project Based Learning* yaitu :

1. Membuat suatu strategi untuk mencapai tujuan yang diinginkan, serta memperhatikan masalah dan kendala yang mungkin muncul selama proses.
2. Merancang dan mengatur kegiatan-kegiatan yang diperlukan untuk mencapai hasil yang diinginkan, serta mempertanggungjawabkan kualitas hasil tersebut.
3. Melakukan evaluasi secara terus-menerus terhadap proses dan hasil yang telah dicapai, dengan tujuan untuk memperbaiki kinerja dan meningkatkan kualitas produk akhir.
4. Meninjau kembali proses dan hasil yang telah dikerjakan, dan memastikan bahwa produk yang dihasilkan memenuhi kualitas yang diharapkan.
5. Menguji kualitas produk yang telah jadi, dan memastikan bahwa produk tersebut dapat memenuhi kebutuhan dan harapan pengguna.

Dengan menggabungkan karakteristik *Project Based Learning* ini memungkinkan para peserta didik untuk mengembangkan keterampilan *problem-solving* yang efektif, tanggung jawab diri, dan refleksi. Melalui pendekatan ini, dapat memberikan pengalaman belajar peserta didik yang lebih terlibat, terampil, dan efektif, sehingga siap menghadapi tantangan masa depan. Dalam literatur yang lain menurut Donni Juni (Sugiarti, 2020) menjelaskan bahwa pembelajaran berbasis proyek memiliki lima karakteristik sebagai berikut :

1. Pusat pada guru, sehingga guru harus mempunyai keterampilan dalam memfasilitasi.
2. Bertanya berdasarkan permasalahan yang memicu peserta didik untuk menggunakan konsep dan ilmu pengetahuan yang sesuai.
3. Investigasi yang konstruktif, yang harus disesuaikan dengan peserta didik dan memberikan keterampilan dan pengetahuan baru bagi peserta didik.

4. Otonomi, di mana peserta didik memainkan peran dalam pengambilan keputusan dan mencari solusi sebagai pemecah masalah.
5. Realistis, dengan fokus pada situasi dunia nyata atau kehidupan sehari-hari peserta didik.

Berdasarkan beberapa pendapat tersebut dapat disimpulkan karakteristik dalam model pembelajaran berbasis proyek (PjBL) antara lain mencakup strategi untuk mencapai tujuan yang diinginkan, merancang dan mengatur kegiatan-kegiatan yang diperlukan untuk mencapai hasil yang diinginkan, melakukan evaluasi secara terus-menerus terhadap proses dan hasil yang telah dicapai, meninjau kembali proses dan hasil yang telah dikerjakan, dan menguji kualitas produk yang telah jadi. Selain itu, pembelajaran berbasis proyek menekankan pada penggunaan berbagai sumber informasi, kolaborasi dan komunikasi antara peserta didik, serta pengembangan keterampilan sosial dan emosional. Pendidik berperan sebagai fasilitator yang membantu peserta didik dalam menemukan solusi dan mengembangkan kreativitasnya, sehingga peserta didik dapat menjadi pembelajar yang mandiri dan aktif dalam proses pembelajaran.

c. Prinsip Dasar Project Based Learning

Menurut Made Wena (Suciani *et al.*, 2018) prinsip model pembelajaran berbasis proyek meliputi keterpusatan, prinsip fokus pada masalah atau pertanyaan, prinsip investigasi konstruktif, prinsip kemandirian, prinsip realistik. Menurut Fathurrohman (Melinda & Zainil, 2020) prinsip-prinsip pembelajaran berbasis proyek yaitu

1. Fokus pembelajaran ditujukan pada peserta didik.
2. Pelaksanaan proyek didasarkan pada topik atau tema yang telah disepakati.
3. Analisis atau eksperimen dilakukan secara autentik dan menghasilkan kreasi nyata yang didasarkan pada topik atau tema yang telah ditentukan.
4. Terdapat kurikulum yang digunakan sebagai pedoman pembelajaran.
5. Responsabilitas kepada peserta didik untuk memusatkan perhatian pada respon mereka.
6. Realisme untuk menyelesaikan tugas yang mirip dengan keadaan sebenarnya.
7. *Active learning* merangsang peserta didik untuk mencari jawaban pertanyaan yang timbul.

8. Umpan balik guna menilai kemajuan dan memberikan peserta didik arahan yang tepat.
9. Keterampilan umum, seperti mencari solusi dari permasalahan, bekerja dalam kelompok, dan mengelola diri, diajarkan dalam pembelajaran.
10. *Driving questions* mengajukan pertanyaan atau masalah yang dapat menginspirasi peserta didik untuk menemukan solusinya.
11. Investigasi konstruktif dilakukan pada proyek yang relevan pemahaman peserta didik.
12. Autonomi dalam proyek dapat memberikan nilai tambah bagi kegiatan peserta didik.

Prinsip-prinsip ini mencerminkan pendekatan yang komprehensif dan terintegrasi dalam pembelajaran berbasis proyek, yang memungkinkan peserta didik untuk terlibat secara aktif, memperoleh pengetahuan dan keterampilan yang relevan, serta mengembangkan pemahaman yang lebih mendalam dalam konteks dunia nyata. Adapun prinsip-prinsip *Project Based Learning* menurut Thomas (Nurfitriyanti, 2016) meliputi :

1. Keputusan sentral ditekankan dalam pembelajaran.
2. Fokus pada pertanyaan atau masalah untuk meningkatkan pemahaman peserta didik.
3. Investigasi konstruktif atau desain proyek digunakan dalam pembelajaran.
4. Otonomi diberikan kepada peserta didik dalam melaksanakan proyek.
5. Realisme dalam pembelajaran menuntut peserta didik untuk mengerjakan tugas sebagaimana dalam situasi sebenarnya.

Prinsip-prinsip ini menggambarkan hal penting dari *Project Based Learning* yaitu peserta didik menjadi subjek aktif dalam pembelajaran, mengembangkan pemahaman yang mendalam, keterampilan praktis, serta kemandirian yang diperlukan dalam menghadapi kompleksitas dunia modern. Sedangkan prinsip-prinsip model *Project Based Learning* (PjBL) berkualitas tinggi menurut John R. Mergendoller (Mergendoller, 2018) yaitu :

1. Peserta didik belajar secara mendalam, berpikir kritis, dan berusaha untuk menjadi unggul.

2. Peserta didik terlibat dalam proyek yang memiliki signifikansi dan relevansi dengan konteks budaya, kehidupan, dan masa depan mereka.
3. Hasil karya peserta didik dipresentasikan secara publik, didiskusikan secara terbuka, dan dinilai secara kritis untuk meningkatkan kualitas pembelajaran.
4. Peserta didik saling berinteraksi dan berkolaborasi secara langsung atau online, serta menerima bimbingan dari mentor atau ahli dewasa untuk meningkatkan kualitas proyek yang sedang dikerjakan.
5. Peserta didik menerapkan proses manajemen proyek yang efektif, sehingga mereka dapat mengelola proyek secara terstruktur mulai dari tahap inisiasi hingga penyelesaian dengan baik dan tepat waktu.
6. Peserta didik merefleksikan pekerjaan mereka dan proses pembelajaran selama proyek berlangsung, dengan tujuan untuk meningkatkan pemahaman mereka terhadap materi dan keterampilan yang dipelajari.

Berdasarkan beberapa pendapat ahli diatas dapat disimpulkan bahwa dalam model pembelajaran berbasis proyek atau *Project Based Learning* (PjBL) terdapat prinsip-prinsip yang meliputi:

1. Fokus pada peserta didik, dengan melibatkan dalam pembelajaran aktif dan bermakna, memberikan otonomi, tanggung jawab dan kemandirian dalam pembelajaran dan pelaksanaan proyek.
2. Menggunakan topik atau tema yang relevan dan autentik dalam pelaksanaan proyek.
3. Menggunakan pertanyaan atau masalah sebagai fokus dalam pembelajaran.
4. Menggunakan investigasi konstruktif dalam desain proyek.
5. Memiliki keterpusatan dalam pembelajaran.
6. Menggunakan pendekatan realistik dalam pembelajaran.
7. Memberikan umpan balik untuk meningkatkan kualitas pembelajaran.
8. Menerapkan keterampilan umum seperti mencari solusi, bekerja dalam kelompok, dan mengelola diri.
9. Menggunakan pertanyaan yang menginspirasi peserta didik untuk menyelesaikan proyek (*driving questions*).
10. Mengajarkan peserta didik untuk menerapkan manajemen proyek yang efektif.

11. Mendorong peserta didik untuk merefleksikan pekerjaan mereka dan proses pembelajaran.

Dalam model PjBL, peserta didik diharapkan dapat belajar secara mandiri, mengembangkan *hard skills*, serta bekerja sama dengan rekan mereka dalam menyelesaikan proyek tersebut. Model pembelajaran ini juga membantu peserta didik untuk lebih memahami dan terlibat secara aktif dalam pembelajaran, sehingga hasil belajar yang dihasilkan dapat lebih baik dan bermakna.

d. Sintak Project Based Learning

Proses pembelajaran harus dilaksanakan sesuai dengan sintak dari model pembelajaran yang diterapkan. Sintak pembelajaran merupakan sistem dan tatanan yang berupa tahapan-tahapan teratur yang berguna sebagai agenda detail pembelajaran yang dilakukan guru dan peserta didik. Menurut Rani dkk (Rani et al., 2021) sintak model *Project Based Learning* meliputi perencanaan, implementasi, dan pengolahan. Berikut penjabaran secara detail.

1. Tahap *Planning* (Perencanaan)

Tahap perencanaan adalah tahap awal dalam sebuah proyek. Pada tahap ini, tim proyek perlu melakukan beberapa kegiatan, yaitu:

a) Menyampaikan fenomena nyata sebagai topik masalah.

Pada tahap ini, tim proyek perlu menyampaikan topik masalah yang ingin mereka teliti. Topik masalah ini haruslah berkaitan dengan fenomena nyata yang ada di sekitar mereka.

b) Merencanakan proyek.

Setelah topik masalah ditetapkan, tim proyek perlu merencanakan proyek dengan membuat rencana kerja yang jelas dan terstruktur. Rencana kerja ini haruslah mencakup kegiatan yang perlu dilakukan, sumber daya yang dibutuhkan, dan target waktu yang harus dicapai.

c) Membuat prediksi.

Tim proyek perlu membuat prediksi tentang hasil yang akan dicapai dari proyek yang akan dilakukan. Prediksi ini haruslah realistis dan dapat diukur.

d) Membuat desain investigasi.

Terakhir, tim proyek perlu membuat desain investigasi yang terdiri dari metode yang akan digunakan dalam penelitian, instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data, dan teknik analisis data yang akan digunakan.

2. Tahap *Creating* (Implementasi)

Tahap implementasi adalah tahap di mana tim proyek mengembangkan gagasan proyek yang telah direncanakan. Pada tahap ini, tim proyek perlu melakukan beberapa kegiatan, yaitu:

a) Menghubungkan berbagai ide dalam satu kelompok.

Tim proyek perlu menghubungkan berbagai ide yang telah mereka dapatkan dalam satu kelompok yang terstruktur dan terorganisir.

b) Membangun suatu proyek.

Setelah ide-ide terhubung dalam satu kelompok, tim proyek perlu membangun suatu proyek dengan mengikuti rencana kerja yang telah mereka buat pada tahap perencanaan.

c) Menghasilkan produk.

Tujuan utama dari tahap implementasi adalah menghasilkan produk yang dapat memecahkan topik masalah yang telah ditetapkan sebelumnya.

3. Tahap *Processing* (Pengolahan)

Tahap pengolahan adalah tahap terakhir dalam sebuah proyek. Pada tahap ini, tim proyek perlu melakukan beberapa kegiatan, yaitu:

a) Presentasi proyek.

Tim proyek perlu mengungkapkan hasil proyek yang ditemukan dalam kegiatan investigasi kelompok. Hasil ini haruslah disajikan dengan cara yang mudah dipahami dan menarik bagi *audiens*.

b) Evaluasi proyek.

Setelah presentasi proyek, tim proyek perlu melakukan evaluasi terhadap proyek yang telah mereka hasilkan. Evaluasi ini dilakukan dengan melakukan refleksi terhadap kegiatan yang telah dilakukan.

Model *Project Based Learning* secara efektif memberikan pengalaman pembelajaran yang berarti dan relevan bagi peserta didik, mempersiapkan mereka untuk menghadapi tantangan dunia nyata, dan merayakan pencapaian mereka dalam proses pembelajaran.

Sintak model *Project Based Learning* juga dijelaskan oleh Made (Suciani *et al.*, 2018). Menurut Made tahapan pada model *project-based learning* terdapat tiga sintak yaitu perencanaan, pelaksanaan dan evaluasi perencanaan dan pelaksanaan. Pada tahap perencanaan meliputi perumusan tujuan proyek, analisis karakteristik peserta didik, perumusan strategi pembelajaran, penyusunan lembar kerja, perencanaan kebutuhan sumber belajar, dan menyusun instrumen evaluasi. Pada tahap kedua yaitu pelaksanaan meliputi beberapa langkah seperti persiapan sumber belajar yang diperlukan, penjelasan tugas proyek dan gambar kerja, pengelompokan peserta didik sesuai dengan tugas masing-masing, dan pengerjaan proyek. Adapun pada sintak ketiga merupakan tahap yang cukup krusial karena menjadi tahap untuk mengetahui ketercapaian pembelajaran melalui evaluasi. Hal ini sejalan dengan Ensaf Nasser dan Amany (Al Mulhim & Eldokhny, 2020) memaparkan sintak PjBL terdapat empat tahapan yaitu tahap desain, tahap pengembangan, tahap implementasi dan tahap evaluasi.

Dalam literatur yang lain Rosinda menjelaskan bahwa model PjBL terdiri dari empat tahapan primer yaitu perencanaan, perancangan, pelaksanaan dan pelaporan (Tinenti, 2018). Empat tahapan tersebut disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Sintak Model *Project Based Learning*

Tahapan	Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta didik
Perencanaan	Guru menentukan tema proyek, konsep belajar peserta didik, dan kegiatan-kegiatan yang harus dikerjakan peserta didik	Peserta didik mengerjakan kegiatan-kegiatan yang sudah direncanakan dan ditentukan guru untuk menemukan masalah keseharian terkait tema yang ditentukan
Perancangan	Guru mengolah kegiatan-kegiatan yang dikerjakan peserta didik	Peserta didik membuat sketsa, menentukan teknik analisis data, serta mengembangkan prototipe sebagai rancangan awal untuk melakukan penyelidikan terhadap masalah yang ditemui.
Pelaksanaan	Guru memantau kegiatan-kegiatan peserta didik dalam menyelesaikan proyek	Peserta didik mencoba menyelesaikan proyek sesuai sketsa, menguji setiap tahapan, mengevaluasi dan mengoreksi hasil, mendaur ulang dan menentukan hasil terbaik

Tahapan	Kegiatan Guru	Kegiatan Peserta didik
Pelaporan	Guru melakukan penilaian baik secara lisan atau tertulis laporan penyelidikan ilmiah yang telah dilakukan peserta didik	Peserta didik membuat laporan hasil investigasi ilmiah secara tertulis dan mempresentasikan.

Berdasarkan beberapa pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa sintak model pembelajaran berbasis proyek meliputi setidaknya terdapat empat tahap utama yaitu penyusunan proyek, perumusan kegiatan, implementasi dan evaluasi. Pada tahap penyusunan proyek peserta didik dengan difasilitasi guru melakukan perancangan proyek yang akan dilakukan seperti memilih tema proyek. Selanjutnya pada tahap perumusan kegiatan peserta didik merumuskan permasalahan sesuai tema yang telah dipilih juga merumuskan kegiatan-kegiatan yang menjadi alternatif solusi dari permasalahan tersebut. Adapun pada tahap implementasi, peserta didik dengan bimbingan guru melakukan kegiatan-kegiatan yang sudah direncanakan sebelumnya. Kemudian pada tahap evaluasi peserta didik bersama-sama guru melakukan refleksi terhadap kegiatan proyek yang dilaksanakan termasuk didalamnya peserta didik menyusun laporan kegiatan proyek.

e. Langkah-langkah Project Based Learning

Pedoman langkah dalam model *Project Based Learning* menurut Mahanal *et.al* (Maryati, 2016) yaitu *Planning* (membuat rencana), *Creating* (mencipta atau implementasi), dan *Processing* (melakukan). Selanjutnya menurut Miyorso (Ariyanto *et al.*, 2022) langkah-langkah dalam model pembelajaran berbasis proyek adalah sebagai berikut :

1. Refleksi, peserta didik diarahkan untuk mengidentifikasi masalah yang dihadapi dan didorong untuk menemukan solusi yang tepat.
2. Penelitian, peserta didik akan memperoleh informasi penting dari berbagai sumber untuk memperkuat konsep yang telah dikembangkan.
3. Penemuan, peserta didik mengembangkan keterampilan berpikir kreatif dan inovatif untuk merancang solusi yang sesuai dengan masalah yang dihadapi.
4. Penerapan, peserta didik akan menguji dan mengevaluasi model yang telah dirancang untuk memastikan keefektifannya dalam menyelesaikan permasalahan.

5. Mengkomunikasikan, peserta didik diajarkan untuk mempresentasikan hasil kerja mereka secara efektif dan menerima umpan balik untuk perbaikan dan pengembangan proyek yang lebih baik di masa depan.

Langkah-langkah tersebut memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk dapat mengembangkan *hard skills* yang meliputi berpikir kreatif, inovatif serta kemampuan komunikasi. Adapun langkah-langkah PjBL menurut Riyah dan Seruni (Riyah & Seruni, 2015) meliputi :

1. Penentuan pertanyaan mendasar (*Start with the Essential Question*) adalah teknik pembelajaran yang dimulai dengan pertanyaan esensial untuk memberi penugasan peserta didik dalam melakukan suatu aktivitas.
2. Mendesain perencanaan proyek (*Design a Plan for the Project*) melibatkan kolaborasi antara pengajar dan peserta didik dalam merencanakan proyek, memilih aktivitas yang mendukung, dan menentukan alat dan bahan yang diperlukan.
3. Menyusun jadwal (*Create a Schedule*) dilakukan secara kolaboratif untuk membuat timeline, deadline, dan cara penyelesaian proyek.
4. Memonitor peserta didik dan kemajuan proyek (*Monitor the Students and the Progress of the Project*) dilakukan dengan memfasilitasi dan menjadi mentor pada setiap proses serta menggunakan rubrik untuk merekam aktivitas penting.
5. Menguji hasil (*Assess the Outcome*) dilakukan untuk mengevaluasi kemajuan dan memberi umpan balik pada peserta didik.
6. Mengevaluasi pengalaman (*Evaluate the Experience*) dilakukan dengan refleksi individu maupun kelompok terhadap aktivitas dan hasil proyek yang dilakukan.

Penerapan model *Project Based Learning* menurut langkah-langkah tersebut dapat memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk terlibat secara aktif dalam pembelajaran, mengembangkan *hard skill* yakni keterampilan berkolaborasi dan meningkatkan pemahaman.

Dalam literatur yang lain Rani menjelaskan secara singkat langkah-langkah model pembelajaran berbasis proyek yaitu penentuan pertanyaan mendasar, menyusun perencanaan proyek, menyusun jadwal, monitoring, menguji hasil dan evaluasi pengalaman (Rani *et al.*, 2021). Adapun Dhian (Kartika Sari, 2015) menjelaskan langkah-langkah strategi *Project Based Learning* meliputi

perencanaan, implementasi, pemrosesan. Hal ini juga senada dengan Lenny *et.al* (Anggraini *et al.*, 2023) yang menjelaskan bahwa langkah-langkah model PjBL yaitu peserta didik diberikan tantangan atau masalah yang harus mereka selesaikan melalui sebuah proyek. Peserta didik diarahkan untuk mengembangkan desain proyek, merencanakan dan mengatur jadwal untuk memantau perkembangan proyek, mengevaluasi hasil proyek, dan merefleksikan pengalaman belajar mereka.

Merujuk uraian dari berbagai literatur tersebut dapat disimpulkan secara garis besar langkah-langkah strategi dalam model pembelajaran berbasis proyek atau *Project Based Learning* (PjBL) meliputi beberapa tahapan dan strategi yang terstruktur dan terorganisir dengan baik untuk mencapai hasil pembelajaran yang optimal. Tahapan-tahapan ini melibatkan proses kolaborasi, refleksi, dan kreativitas dalam merancang dan menyelesaikan proyek yang relevan dengan kebutuhan dunia kerja di masa depan. Beberapa tahapannya adalah *Planning* (membuat rencana), *Creating* (mencipta atau implementasi), *Processing* (melakukan), refleksi, penelitian, penemuan, penerapan dan mengkomunikasikan.

f. Keunggulan Penggunaan Project Based Learning

Terdapat beberapa keunggulan yang dapat diperoleh dengan menggunakan model *Project Based Learning*. Model pembelajaran berbasis proyek ini memiliki beberapa kelebihan yaitu memotivasi peserta didik dalam pembuatan proyek, membuat peserta didik memiliki *hard skills* yakni berpikir kreatif dan mampu dalam pemecahan masalah, meningkatkan kolaborasi antar peserta didik dan menumbuhkan sikap ilmiah (Puspita Sari, 2017). Hal ini senada dengan Sutirman yang menjelaskan beberapa keunggulan *Project Based Learning* antara lain peningkatan motivasi belajar dan kecakapan dalam pemecahan masalah peserta didik serta perbaikan keterampilan dalam pemanfaatan media pembelajaran (Cahyono & Sutarni, 2018). Keunggulan model pembelajaran berbasis proyek lainnya juga dijelaskan Wena (Mardin & Zainil, 2019) yaitu :

1. Memperkuat motivasi belajar peserta didik yakni mendorong mereka untuk mengejar tujuan akademis dan menghargai prestasi mereka sendiri.
2. Meningkatkan kemampuan pemecahan masalah sehingga peserta didik dapat lebih aktif dalam mencari solusi untuk masalah yang kompleks dan keberhasilan proses.

3. Kolaborasi yang lebih baik antara peserta didik terbangun melalui pembelajaran tim dan proyek kelompok yang melibatkan pemecahan masalah bersama.
4. Mengajarkan keterampilan manajemen sumber daya pada peserta didik membantu mereka optimal dalam memanfaatkan sumber daya dan mencapai hasil yang lebih baik.
5. Meningkatkan keterampilan pengelolaan sumber daya dapat membantu peserta didik memanfaatkan sumber daya yang ada dengan lebih efisien untuk mencapai tujuan mereka.

Dengan menerapkan model pembelajaran berbasis proyek banyak manfaat yang diperoleh baik oleh pendidik juga peserta didik. Menurut Kurniasi (Nurfitriyanti, 2016) beberapa keunggulan model pembelajaran PjBL meliputi:

1. Meningkatkan motivasi belajar peserta didik dengan memberikan apresiasi dan penghargaan atas prestasi mereka serta mendorong kemampuan mereka untuk menyelesaikan pekerjaan penting.
2. Meningkatkan kemampuan peserta didik dalam pemecahan masalah.
3. Membuat peserta didik lebih aktif dan sukses dalam memecahkan masalah yang kompleks dengan mendorong kreativitas dan inovasi.
4. Meningkatkan kolaborasi antar peserta didik melalui pembelajaran dan proyek kelompok yang menekankan pada kekuatan dan keunikan masing-masing individu.
5. Memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengembangkan keterampilan komunikasi melalui latihan dan aktivitas yang membangun kepercayaan diri dan kemampuan berbicara di depan umum.
6. Meningkatkan keterampilan peserta didik dalam mengelola sumber daya melalui pelatihan dan praktik manajemen sumber daya yang efektif.
7. Melibatkan peserta didik dalam pengalaman pembelajaran yang menekankan pada pengorganisasian proyek dan alokasi waktu dan sumber daya untuk menyelesaikan tugas dengan efektif dan efisien.
8. Menyediakan pengalaman belajar yang realistis dan menantang, dirancang untuk mengembangkan keterampilan dan pengetahuan yang relevan dengan kebutuhan dunia nyata.

9. Mendorong peserta didik untuk mengambil informasi dan menerapkannya dalam situasi dunia nyata melalui pengalaman praktik yang terintegrasi dalam kurikulum pembelajaran.
10. Membuat suasana pembelajaran yang menyenangkan dan menarik dengan memanfaatkan teknologi dan media interaktif yang modern, sehingga peserta didik dan pendidik dapat menikmati proses pembelajaran secara lebih optimal.

Begitu banyak keunggulan model pembelajaran berbasis proyek yang dapat dirasakan. Terutama manfaat bagi peserta didik. Hal ini senada dengan Susanti *et.al* (Suciani *et al.*, 2018) diantara keunggulan PjBL adalah sebagai berikut: peningkatan motivasi belajar peserta didik, peningkatan kemampuan pemecahan masalah, peningkatan kolaborasi, peningkatan keterampilan mengelola sumber. Berdasarkan beberapa pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa melalui model *Project Based Learning* dapat mengeksplorasi serta mengembangkan *hard skills* dan *soft skills* peserta didik yang meliputi pengetahuan, keterampilan dan sikap.

g. Kekurangan dalam Penggunaan *Project Based Learning*

Keunggulan atau manfaat dari model pembelajaran berbasis proyek, tentu saja tidak akan lepas dari tantangan atau kekurangan yang akan ditemui dalam menggunakan PjBL dalam pembelajaran. Sani (Nurfitriyanti, 2016) menjelaskan bahwa model pembelajaran berbasis proyek selain memiliki banyak keunggulan juga terdapat kekurangan atau tantangan yaitu :

1. Memerlukan waktu dan biaya yang cukup untuk menyelesaikan masalah dan menghasilkan produk.
2. Memerlukan guru yang terampil dan mau belajar, serta fasilitas, peralatan, dan bahan yang memadai.
3. Tidak cocok untuk peserta didik yang mudah menyerah dan tidak memiliki pengetahuan serta keterampilan yang dibutuhkan.
4. Sulit melibatkan semua peserta didik dalam kerja kelompok.

Tantangan tersebut tentu dapat diatasi dan bukan menjadi penghalang seorang pendidik dalam melakukan implementasi PjBL dalam kelasnya. Penelitian lainnya sebagaimana ditemukan (Cahyono & Sutarni, 2018) bahwa penggunaan *project-based learning* terdapat tantangan bahwa model PjBL membutuhkan alokasi waktu

yang panjang dalam merancang dan menyelesaikan proyek juga perlu didukung kemandirian peserta didik.

Berdasarkan beberapa pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa beberapa kekurangan dalam model PjBL adalah situasi kelas sulit dikondisikan saat proyek dilaksanakan karena peserta didik bebas bergerak, sehingga memerlukan kecakapan guru dalam pengelolaan kelas. Kekurangan berikutnya adalah peserta didik yang kurang mahir dalam percobaan dan pengumpulan informasi akan mengalami kesulitan. Selanjutnya yang menjadi kekurangan PjBL adalah memungkinkan peserta didik yang kurang aktif dalam kerja kelompok. Penerapan pembelajaran berbasis proyek dapat menumbuhkan kemandirian belajar peserta didik.

2.1.2 *Hard Skills* dalam Pembelajaran Matematika

a. Pengertian *Hard Skills* dalam Pembelajaran Matematika

Secara bahasa *Hard skills* berasal dari dua kata yaitu *hard* dan *skills*. Dalam kamus *Oxford* online *hard* diartikan dengan banyak usaha, energi, atau kekuatan; dengan keras, penuh semangat; dengan ganas; secara intens, secara mendalam (OECD, 2023). Adapun *skills* diartikan sebagai kemampuan mencapai sesuatu dengan tepat dan pasti, pengetahuan praktis dikombinasikan dengan kemampuan; kepintaran; keahlian (OECD, 2023). *Hard skill* dapat disebut juga sebagai keterampilan teknis salah satunya adalah *problem solving* (Pieterse & Eekelen, 2016). Menurut Nguyen (Shakespeare *et al.*, 2007) *hard skills* menggambarkan pengetahuan tentang hukum dasar, konsep, teori dan prinsip-prinsip teknik. Selanjutnya (Rachmawati, 2012) menjelaskan *hard skills* adalah kemampuan mengidentifikasi, memproses dan manafsirkan kasus dalam mata pelajaran yang termuat dalam kurikulum.

Dalam literatur yang lain (Sumar & Razak, 2016) menjelaskan bahwa *hard skills* lebih mudah diamati dan lebih cepat terlihat hasilnya. Hal tersebut juga dijelaskan (Balcar, 2016) bahwa *hard skill* berkaitan erat terutama dengan pengetahuan yang dapat dilatih dan diukur dengan relatif mudah. *Hard skills* juga dijelaskan sebagai kemampuan, potensi atau keahlian khusus seseorang yang dapat dimiliki, terukur dan dapat dipelajari yang memungkinkan seseorang dalam melakukan tugas tertentu (Gilllis & Pratt, 2023). Hal ini senada juga dijelaskan Galperin (Sheromova *et al.*, 2020) bahwa *skills* tidak dapat ditransfer secara

langsung melainkan harus dipelajari melalui pengalaman atau mendemonstrasikannya. Selanjutnya dijelaskan Laker dalam (Lyu & Liu, 2021) bahwa *hard skills* merupakan keterampilan yang memungkinkan seseorang untuk bersaing dalam tugas yang melibatkan aspek-aspek seperti pengetahuan ilmiah, kemampuan profesional, dan keahlian teknis. Hal ini sejalan dengan (Patacsil & Tablatin, 2017) bahwa *hard skills* memfokuskan kemampuan yang dapat diajarkan yang berkaitan dengan pekerjaan teknis.

Berkaitan dengan pembelajaran matematika, Darwanto (2019) menjelaskan *hard skills* matematika merupakan kemampuan kognitif peserta didik dalam ilmu matematika. *Hard skills* dalam pembelajaran matematika mencakup kemampuan dasar matematika (Putri, 2021). Dalam penelitian (Darmayanti *et al.*, 2022) menyatakan *hard skills* matematika adalah kemampuan peserta didik dalam memecahkan masalah matematika yang ditunjukkan melalui aktivitas langsung dalam proses pembelajaran. *Hard skills* dalam pembelajaran matematika sangat penting karena membantu siswa memahami konsep dan menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari (Fathani, 2017). Lebih lanjut Fathani menjelaskan ranah kognitif dan keterampilan termasuk dalam domain *hard skills*, sedangkan ranah afektif merupakan domain *soft skills* dalam pembelajaran. Hal ini senada dengan Lestari & Yudhanegara (2017) bahwa aspek kognitif dalam pembelajaran matematika merupakan kemampuan matematis yaitu pengetahuan dan keterampilan dasar yang diperlukan untuk berpikir matematis dan melakukan manipulasi matematis. Menurut Bloom dalam (Inderasari *et al.*, 2019) domain kognitif merupakan domain yang meliputi aktivitas mental atau otak.

Dalam literatur yang lain (Borovik *et al.*, 2007) menjelaskan bahwa kemampuan matematika adalah dasar yang diperlukan untuk mengembangkan keterampilan matematika. Kemampuan matematika merujuk pada potensi atau kapasitas seseorang untuk memahami dan menggunakan konsep matematika. Ini mencakup kemampuan untuk berpikir logis, menganalisis, memecahkan masalah, dan membuat generalisasi. Kemampuan matematika bersifat bawaan dan dapat berkembang seiring waktu dengan pembelajaran dan latihan. Di sisi lain, keterampilan matematika merujuk pada kemampuan praktis seseorang dalam menerapkan konsep matematika dalam situasi nyata. Ini melibatkan kemampuan

untuk melakukan perhitungan, menggunakan rumus, memecahkan masalah matematika, dan mengkomunikasikan pemahaman matematika secara efektif. Keterampilan matematika dapat dikembangkan melalui latihan dan pengalaman praktis. Dengan demikian seseorang dengan kemampuan matematika yang baik memiliki potensi untuk menjadi ahli matematika yang terampil jika mereka melatih dan mengasah keterampilan matematika mereka.

Berdasarkan berbagai pendapat yang telah disampaikan oleh para peneliti dalam literatur tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa *hard skills* dalam pembelajaran matematika mengacu pada kemampuan kognitif atau pengetahuan dasar matematika yang mencakup pemahaman konsep matematika, penerapannya dalam situasi kehidupan sehari-hari, serta keterampilan teknis yang diperlukan dalam memecahkan masalah matematika. Ini adalah kemampuan yang dapat diukur, diajarkan, dan terkait erat dengan aspek-aspek ilmiah, profesional, dan teknis dari matematika.

Pentingnya *hard skills* dalam pembelajaran matematika adalah membantu peserta didik untuk memahami secara mendalam konsep-konsep matematika dan menerapkannya dalam berbagai konteks. *Hard skill* juga membantu peserta didik dalam menghadapi tantangan dan memecahkan masalah matematika yang kompleks. Oleh karena itu, *hard skills* matematika menjadi dasar yang kuat bagi pengembangan kompetensi matematika yang lebih tinggi. Dalam konteks pembelajaran, *hard skills* matematika juga bisa termasuk kemampuan untuk mengidentifikasi, memproses, dan memahami berbagai kasus atau soal matematika sesuai dengan kurikulum yang ada.

Selain itu, *hard skills* dalam pembelajaran matematika lebih fokus pada ranah kognitif atau intelektual, dan hal ini berbeda dengan ranah afektif yang merupakan domain *soft skills* dalam konteks pembelajaran. Secara keseluruhan, *hard skills* dalam pembelajaran matematika merupakan landasan penting yang membantu siswa membangun pengetahuan dan keterampilan matematika yang kokoh dan bermanfaat dalam kehidupan mereka.

b. Jenis-jenis dan Indikator *Hard Skills* dalam Pembelajaran Matematika

Menurut OECD survei PISA digunakan untuk mengukur kemampuan literasi matematika. Dalam hal ini OECD mendefinisikan literasi matematika dalam

PISA sebagai kemampuan seseorang dalam merumuskan, mengaplikasikan dan menganalisis dalam berbagai konteks matematis pada usia 15 tahun (OECD, 2019). Indonesia berpartisipasi pada PISA 2022 yang diselenggarakan tepat setelah pandemi covid yaitu Mei-Juni 2022. Meskipun demikian peringkat Indonesia pada perolehan skor PISA 2022 mengalami peningkatan peringkat yang sebelumnya pada PISA 2018 Indonesia menduduki peringkat ke-73 dari 79 negara (OECD, 2019) menjadi peringkat ke-76 dari 81 negara (OECD, 2023). Sampel PISA 2022 ditentukan secara acak oleh OECD sebanyak 423 sekolah dan madrasah dengan total peserta didik 14,340 siswa dengan komposisi 54% SMA/SMK/MA dan 46% SMP/MTs (Kementerian Pendidikan Kebudayaan Riset Dan Teknologi, 2023). Adapun survei TIMSS dijadikan sebagai evaluasi bagaimana kurikulum suatu negara dalam mengajarkan literasi membaca, matematika dan sains pada level 4 usia diatas 9.5 tahun dan level 8 usia sekitar 13.5 tahun (Mullis *et al.*, 2020). Menurut International Association for the Evaluation of Educational Achievement, domain kognitif dalam survei TIMSS yaitu pengetahuan, penerapan dan penalaran (Prastyo, 2020). Menurut Prastyo, berdasarkan survei TIMSS peserta didik Indonesia hanya mampu menyelesaikan permasalahan sederhana yang berkaitan dengan matematika. Survei PISA 2018 menemukan tiga masalah utama pendidikan Indonesia dan merekomendasikan beberapa hal dalam upaya mengatasi permasalahan tersebut. Salah satu masalah utama tersebut yaitu besarnya persentase peserta didik dengan rendah prestasi. Dalam masalah ini, PISA merekomendasikan beberapa upaya dalam peningkatan prestasi belajar peserta didik salah satunya yaitu meningkatkan kualitas belajar mengajar.

Prestasi belajar peserta didik berkaitan dengan kemampuan *hard skills* (domain pengetahuan atau kognitif dan keterampilan) dan *soft skills* (domain afektif). Lebih lanjut dijelaskan Darwanto (2019) *hard skills* dalam pembelajaran matematika meliputi kemampuan kognitif antara lain pemahaman matematis, penalaran matematis, pemecahan masalah matematis, komunikasi matematis, koneksi matematis, berpikir logis matematis, berpikir kritis matematis dan berpikir kreatif matematis. Hal ini senada dengan (Agusta, 2020) yang menjelaskan lima *hard skills* matematis berdasarkan jenisnya yaitu pemahaman matematik, pemecahan masalah matematik, komunikasi matematik, koneksi matematik dan

penalaran matematik. Hal yang sama juga disebutkan dalam kajian Lestari & Yudhanegara (2017) bahwa domain kognitif dalam pembelajaran matematika antara lain: kemampuan pengetahuan matematis, kemampuan pemahaman matematis, kemampuan penalaran matematis, kemampuan koneksi matematis, kemampuan komunikasi matematis, kemampuan representasi matematis, kemampuan penyelesaian masalah, kemampuan spasial matematis, kemampuan berpikir kreatif matematis, kemampuan berpikir kritis matematis, kemampuan berpikir logis. Menurut (Lestari & Yudhanegara, 2017) domain kognitif tersebut diperlukan untuk berpikir matematis dan melakukan manipulasi matematis. Dalam kajian lainnya (Darmayanti *et al.*, 2022) menyebutkan diantara kemampuan *hard skills* dalam pembelajaran matematika yaitu kemampuan berpikir kreatif, berpikir logis, berpikir kritis, komunikasi, koneksi, pemecahan masalah, penalaran dan pemahaman matematis.

Selanjutnya akan disajikan beberapa *hard skills* dalam pembelajaran matematika yang menjadi kajian dalam penelitian ini.

1. Kemampuan Pemahaman Matematis (*mathematical understanding*)

Menurut NCTM (Inpinit & Inprasit, 2016) kemampuan pemahaman matematis penting dan harus dimiliki peserta didik karena menjadi faktor kunci dalam mempelajari matematika. Bochniak dalam (Tamur *et al.*, 2020) menyatakan bahwa kemampuan pemahaman matematis menjadi prasyarat penting dalam keberhasilan prestasi di sekolah dan dunia kerja. Kemampuan ini menjadi landasan awal pelaksanaan proses pembelajaran selanjutnya (Wulan *et al.*, 2021). Hal ini senada dengan (Herawati *et al.*, 2021) bahwa kemampuan pemahaman matematis menjadi dasar untuk mengembangkan kemampuan matematis lainnya. Menurut Pollatsek (Agusta, 2020) kemampuan pemahaman matematis adalah menggunakan rumus kalkulasi sederhana dan melakukannya sesuai prosedur.

Lebih lanjut Herawati *et al* (2021) menjelaskan kemampuan pemahaman merupakan keterampilan dalam menjelaskan hubungan antar konsep atau algoritma serta menerapkannya secara fleksibel, akurat, efektif dan akurat untuk memecahkan masalah. Kemampuan pemahaman matematis merupakan kemampuan menyerap dan memahami gagasan-gagasan matematika (Lestari & Yudhanegara, 2017). Menurut Hendriana (2021) pemahaman matematis adalah salah satu kompetensi

dasar dalam pembelajaran matematika mencakup kemampuan memahami materi, menghafal rumus dan konsep matematika, lalu mengaplikasikannya dalam situasi sederhana atau sejenisnya, mengevaluasi kebenaran pernyataan, dan menggunakan rumus serta teorema untuk menyelesaikan masalah. Menurut (Yulianah *et al.*, 2020) pemahaman konsep adalah kemampuan siswa untuk merinci konsep yang sudah mereka mengerti dan mampu mengaplikasikannya dalam berbagai situasi yang berbeda. Selain itu, dengan pemahaman konsep tersebut, peserta didik juga dapat mengembangkannya untuk menyelesaikan masalah matematika.

Berdasarkan berbagai penjelasan yang telah disampaikan oleh para peneliti, kemampuan pemahaman matematis dapat didefinisikan sebagai kemampuan untuk meresapi dan memahami gagasan-gagasan matematika, yang mencakup keterampilan menjelaskan keterkaitan antar konsep atau algoritma matematika. Kemampuan ini memungkinkan seseorang untuk menerapkan pemahaman mereka secara fleksibel, akurat, dan efektif dalam rangka memecahkan berbagai masalah matematika. Definisi ini juga mencakup aspek pemahaman materi, penghafalan rumus dan konsep matematika, kemampuan mengaplikasikannya dalam situasi sederhana atau serupa, kemampuan mengevaluasi kebenaran pernyataan matematika, serta kemampuan menggunakan rumus dan teorema untuk menyelesaikan permasalahan matematika yang dihadapi. Dengan demikian, kemampuan pemahaman matematis merupakan inti dari kemampuan seseorang dalam memahami dan menguasai disiplin matematika.

Kemampuan pemahaman matematis menurut Lestari & Yudhanegara (2017) terdiri dari beberapa aspek yaitu pemahaman konsep, pemahaman mekanikal, pemahaman rasional, pemahaman induktif, pemahaman intuitif, pemahaman instrumental dan pemahaman relasional. Menurut Kilpatrick *et al* (Lestari & Yudhanegara, 2017) kemampuan pemahaman konsep merupakan kemampuan yang berkaitan dengan memahami gagasan matematika secara menyeluruh dan fungsional. Adapun menurut penelitian (Anggara, 2021) kemampuan pemahaman konsep adalah kemampuan peserta didik untuk menguasai konten matematika dan kemampuan mereka dalam menjelaskannya sehingga dapat dipahami dengan mudah. Menurut (Pratiwi, 2016) kemampuan pemahaman konsep matematis merupakan kemampuan peserta didik untuk secara aktif mengeksplorasi,

menguraikan, menginterpretasikan, dan menyusun suatu konsep matematika berdasarkan pemahaman yang mereka kembangkan sendiri, bukan hanya mengandalkan hafalan.

Indikator kemampuan pemahaman konsep menurut Kilpatrick *et al* dalam (Lestari & Yudhanegara, 2017) adalah sebagai berikut:

- a. Menyatakan ulang ide-ide yang telah dipelajari;
- b. Mengelompokkan objek-objek berdasarkan prinsip-prinsip matematika;
- c. Mengaplikasikan konsep secara prosedural;
- d. Memberikan contoh atau bantahan dari konsep yang dipelajari;
- e. Menyajikan konsep dalam berbagai representasi; dan
- f. Menghubungkan konsep-konsep matematika secara internal atau eksternal.

Selanjutnya pada penelitian (Pratiwi, 2016) Depdiknas menyebutkan indikator kemampuan pemahaman konsep matematis adalah sebagai berikut:

- a. Mengemukakan kembali setiap ide utama.
- b. Mengelompokkan objek-objek berdasarkan karakteristik tertentu yang sesuai dengan konsep.
- c. Memberikan contoh dan bukan contoh yang relevan dengan konsep tersebut.
- d. Menyampaikan konsep dalam berbagai bentuk representasi matematika yang berbeda.
- e. Membangun kriteria yang diperlukan atau memadai untuk suatu konsep.
- f. Memanfaatkan, menggunakan, dan memilih metode atau operasi yang sesuai.
- g. Melaksanakan penerapan konsep atau algoritma dalam pemecahan masalah.

Indikator dari kemampuan pemahaman matematis, seperti yang diuraikan oleh NCTM dalam (Darwanto, 2019), dapat dirangkum sebagai berikut:

- a. Memberikan definisi verbal dan penulisan suatu konsep matematis.
- b. Mengenali, menciptakan contoh, dan menciptakan kontra contoh untuk konsep tersebut.
- c. Menggunakan model, diagram, dan simbol-simbol untuk menggambarkan suatu konsep.
- d. Mengubah representasi matematis dari satu bentuk ke bentuk lainnya.
- e. Memahami berbagai makna dan interpretasi dari suatu konsep.

- f. Mengidentifikasi sifat-sifat khusus dari suatu konsep dan memahami persyaratan yang diperlukan untuk suatu konsep.
- g. Membandingkan dan membedakan antara berbagai konsep matematis.

Dengan kata lain, indikator pemahaman matematis menurut NCTM yaitu melibatkan kemampuan untuk mendefinisikan, menggambarkan, dan menerapkan konsep matematis, serta memahami hubungan dan karakteristik unik yang terkait dengan konsep-konsep tersebut.

Menurut Sanjaya dalam (Asri, 2020) menyebutkan indikator kemampuan pemahaman konsep diantaranya:

- a. Kemampuan untuk menjelaskan secara lisan mengenai pencapaian yang telah dicapai.
- b. Kemampuan untuk mengungkapkan situasi matematika dalam berbagai bentuk dan memahami perbedaannya.
- c. Kemampuan untuk mengelompokkan objek-objek berdasarkan apakah mereka memenuhi persyaratan yang membentuk suatu konsep atau tidak.
- d. Kemampuan untuk menerapkan keterkaitan antara konsep dan prosedur matematika.
- e. Kemampuan untuk memberikan contoh dan kontra contoh dari konsep yang telah dipelajari, termasuk kemampuan menerapkan konsep dalam langkah-langkah tertentu dan mengembangkan pemahaman tentang konsep tersebut.

Menurut Fauzan dalam (Aningsih & Noor Asih, 2017) menyebutkan komponen dalam kemampuan pemahaman konsep matematis yaitu a. mengelompokkan objek berdasarkan karakteristik khusus, b. menggambarkan konsep dalam bentuk representasi matematika, c. melakukan langkah-langkah atau operasi yang spesifik, dan d. menggunakan konsep atau algoritma dalam menyelesaikan masalah. Dalam literatur yang lain Paul Eggen & Don Kauchak (Yasmansyah & Sesmiarni, 2022) menyebutkan terdapat empat indikator kemampuan pemahaman konsep yakni a. mendefinisikan konsep, b. mengidentifikasi ciri-ciri konsep, c. mengaitkan antar konsep dan d. mengidentifikasi atau memberikan contoh lain dari konsep yang belum digali sebelumnya.

Berdasarkan beberapa pendapat yang telah disampaikan mengenai indikator kemampuan pemahaman konsep matematis, dapat disimpulkan bahwa indikator tersebut melibatkan beberapa aspek kunci. Indikator kemampuan pemahaman konsep matematis mencakup:

- a. Menjelaskan atau menyatakan kembali ide-ide yang telah dipelajari.
- b. Mengelompokkan objek-objek berdasarkan prinsip-prinsip matematika yang relevan.
- c. Memberikan contoh dan kontra contoh yang relevan dengan konsep yang dipelajari.
- d. Menggambarkan konsep dalam berbagai bentuk representasi matematis yang berbeda.
- e. Menerapkan konsep atau algoritma matematis dalam pemecahan masalah atau dalam proses-proses perhitungan.
- f. Memahami berbagai makna dan interpretasi dari suatu konsep matematis.
- g. Mengidentifikasi sifat-sifat khusus dari suatu konsep dan memahami persyaratan yang diperlukan untuk suatu konsep.
- h. Membandingkan dan membedakan antara berbagai konsep matematis.

Dengan demikian, kemampuan pemahaman konsep matematis melibatkan proses pemahaman yang mendalam dan kemampuan untuk mengaplikasikan konsep tersebut dalam konteks yang berbeda, baik dalam penjelasan verbal, pemodelan matematis, maupun dalam pemecahan masalah.

Selanjutnya Lestari & Yudhanegara (2017) menjelaskan aspek kemampuan pemahaman mekanikal merupakan kemampuan untuk secara konsisten mengingat dan menggunakan notasi, simbol, rumus, atau formula dalam matematika dalam konteks perhitungan yang sederhana. Hal ini senada dengan Polya dalam (Helan *et al.*, 2022) bahwa ciri dari pemahaman mekanikal adalah mengingat dan mengaplikasikan rumus secara rutin dan perhitungan sederhana. Menurut Polya pemahaman matematis dapat diidentifikasi menjadi empat tahap yaitu pemahaman mekanikal, pemahaman induktif yakni menggunakan rumus atau konsep dalam permasalahan sederhana atau yang sejenisnya, pemahaman rasional yaitu pembuktian kebenaran suatu teorema dan rumus dan pemahaman intuitif yakni kemampuan memprediksi kebenaran dengan keyakinan tanpa keraguan. Hal serupa

juga dijelaskan (Lestari & Yudhanegara, 2017) bahwa pemahaman rasional merupakan kemampuan melakukan pembuktian kebenaran suatu teorema atau prinsip secara matematis, pemahaman induktif yakni kemampuan mencoba sesuatu pada permasalahan yang sederhana dan mampu menganalogikan pada permasalahan sejenis. Adapun pemahaman intuitif merupakan kemampuan melakukan perkiraan dengan keyainan sebelum menganalisis secara analitik.

Skemp dalam (Herawati *et al.*, 2021) membedakan kemampuan pemahaman matematis dalam dua jenis yaitu pemahaman instrumental dan pemahaman relasional. Menurut Skemp pemahaman instrumental adalah pemahaman matematis yang fokus pada "*knowing what*" atau mengetahui apa yang harus dilakukan atau diingat tanpa memahami konsep secara mendalam. Ini sering kali hanya berarti mengingat fakta atau rumus tanpa pemahaman yang lebih dalam tentang mengapa sesuatu bekerja seperti itu. Indikator pemahaman instrumental Skemp (Ummah, 2023) yakni mampu menyelesaikan kasus rutin atau sederhana, algoritma dan prosedural.

Kemudian disisi lain pemahaman relasional menurut Skemp adalah tingkat pemahaman matematis yang lebih mendalam. Ini melibatkan pemahaman "*knowing what to do and why*" atau mengetahui apa yang harus dilakukan dan mengapa konsep tersebut digunakan dalam konteks matematis. Pemahaman relasional memungkinkan siswa untuk mengaitkan konsep dengan konsep lain, melihat hubungan antar konsep, dan mengaplikasikannya dalam situasi yang berbeda. Ini menciptakan pemahaman yang lebih mendalam dan memungkinkan siswa untuk menguasai matematika dengan lebih baik daripada hanya memiliki pemahaman instrumental. Berdasarkan penjelasan tersebut pemahaman relasional menurut Skemp memiliki indikator sebagai berikut (Ummah, 2023) :

- a. Mampu menyatakan kembali konsep yang telah dipelajari.
- b. Mampu mengaplikasikan konsep secara prosedural.
- c. Mampu memberikan contoh yang relevan sesuai konsep yang dipelajari.
- d. Mampu menggambarkan konsep dalam bentuk representasi matematis.
- e. Mampu menghubungkan berbagai konsep matematika.

Hal ini senada dengan Lestari & Yudhanegara (2017) bahwa pemahaman instrumental merupakan kemampuan menghafal dan memahami prinsip secara

terpisah, mengaplikasikan rumus dalam menghitung kasus sederhana dan melakukan perhitungan secara prosedural. Adapun pemahaman relasional dijelaskan (Lestari & Ydhanegara, 2017) sebagai kemampuan menghubungkan antar konsep atau aturan secara benar dan melakukan proses secara sadar.

2. Kemampuan Penalaran Matematis (*reasoning*)

Kemampuan *hard skills* yang penting dalam pembelajaran matematika berikutnya adalah kemampuan penalaran matematis (*mathematical reasoning ability*) (Sugandi *et al.*, 2020). Menurut Sugandi *et al* (2020) kemampuan penalaran merupakan proses berpikir peserta didik dalam menyimpulkan suatu konsep yang sudah terbukti kebenarannya. Kemampuan penalaran matematis menjadi salah satu domain kognitif dalam *assessment framework* TIMSS 2019 selain pengetahuan (*knowing*) dan penerapan (*applying*) (Purnama *et al.*, 2020). Kemampuan penalaran matematis memiliki nilai yang sama penting dengan kemampuan pemahaman matematis, karena penalaran matematis menjadi dasar dalam menyelesaikan tantangan matematika dan persoalan dalam kehidupan sehari-hari (Wahyuni & Kharimah, 2017). Hal ini senada dengan (Kamsinah, 2022) yang menyatakan bahwa peserta didik harus mempunyai kemampuan penalaran yang baik untuk membantunya melakukan penyelesaian masalah dengan baik.

Menurut Sa'adah (Alsalamah *et al.*, 2020) kemampuan penalaran matematis merupakan kemampuan berpikir yang terorganisir berdasarkan informasi dan pengetahuan yang ada, sehingga dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan dengan hasil keputusan yang rasional dan sah. Adapun berdasarkan beberapa literatur (Budiman & Rosmiati, 2020) menyimpulkan bahwa kemampuan penalaran matematis adalah kemampuan untuk memberikan penjelasan dan penarikan kesimpulan secara logis berdasarkan informasi yang diketahui, sifat dan relasi serta kemampuan untuk mengembangkan pola dan hubungan untuk menganalisis kondisi matematis. Hal ini senada dengan (Suciati *et al.*, 2022) bahwa kemampuan penalaran matematis merupakan kemampuan peserta didik dalam memecahkan masalah matematika dengan memahami, berpikir, pembuktian, mengevaluasi dan menarik kesimpulan yang logis, valid dan sah, berdasarkan konsep, prinsip, sifat dan hubungan serta mencakup kemampuan dalam mengembangkan model atau hubungan untuk menganalisis situasi masalah matematika yang diberikan. Menurut

NCTM penalaran matematis adalah kemampuan berpikir dalam memahami konsep matematika mencakup kemampuan untuk mengajukan dugaan-dugaan matematika, mengekstraksi kesimpulan, membangun bukti-bukti, serta memberikan justifikasi atas kebenaran solusi matematika. Selain itu, kemampuan ini juga mencakup kemampuan untuk mengidentifikasi pola-pola atau karakteristik dalam fenomena matematika guna membuat generalisasi, serta kemampuan untuk menilai validitas argumen matematika. (Mekaria & Widjajanti, 2018).

Dalam pembelajaran matematika pada implementasi kurikulum merdeka terdapat beberapa elemen proses yaitu kemampuan-kemampuan matematika (*hard skills*) yang harus dikembangkan. Elemen proses tersebut meliputi penalaran dan pembuktian matematis, pemecahan masalah matematis, komunikasi matematis, representasi matematis, dan koneksi matematis (Kementerian Pendidikan Kebudayaan Riset Dan Teknologi, 2022). Lebih lanjut dijelaskan bahwa penalaran matematis melibatkan penggunaan pola hubungan untuk menganalisis situasi dan membentuk serta mengeksplorasi asumsi. Menurut Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 22 Tahun 2022 tentang Standar Isi Mata Pelajaran Matematika (Manik, 2022), kemampuan penalaran matematis mencakup kemampuan untuk menganalisis situasi yang belum dikenal, membuat generalisasi, melakukan sintesis, membuat asumsi yang logis, menjelaskan konsep, memberikan argumentasi yang kuat dan membuat kesimpulan. Menurut Sadiq (Marfu'ah *et al.*, 2022) kemampuan penalaran matematis adalah kemampuan melakukan proses atau aktivitas berpikir yang bertujuan untuk menyusun kesimpulan serta merumuskan pernyataan yang benar berdasarkan pernyataan-pernyataan tertentu yang telah terbukti kebenarannya. Dalam kajian yang berbeda, Gardner, et al (Lestari & Yudhanegara, 2017) menjelaskan bahwa penalaran matematis merupakan kemampuan melakukan analisis, membuat generalisasi, melakukan integrasi atau sintesis, memberikan alasan yang sesuai dan melakukan penyelesaian masalah yang tidak rutin. Kemudian Darwanto (2019) juga mendefinisikan kemampuan penalaran matematis sebagai proses berpikir secara matematik untuk menarik kesimpulan berdasarkan informasi, fakta, prinsip dan metode yang tersedia dan sesuai.

Berdasarkan berbagai literatur tersebut, dapat disimpulkan bahwa kemampuan penalaran matematis melibatkan berpikir yang terorganisir berdasarkan informasi dan pengetahuan, dengan tujuan mengatasi permasalahan dan mengambil keputusan yang logis. Kemampuan ini mencakup kemampuan menjelaskan, membuat kesimpulan, dan mengembangkan pola serta hubungan matematis. Kemampuan ini juga termasuk membuat generalisasi, memberikan alasan yang kuat, dan menyelesaikan masalah yang berbeda. Dengan kata lain, penalaran matematis merupakan kemampuan berpikir yang fundamental dalam pemahaman dan penerapan konsep matematika dalam pemecahan masalah.

Menurut Sumarmo (Lestari & Yudhanegara, 2017) indikator kemampuan penalaran matematis yaitu:

- a. Membuat kesimpulan yang masuk akal secara logis.
- b. Memberikan penjelasan dengan memanfaatkan model, fakta, sifat, dan hubungan yang relevan.
- c. Meramalkan hasil dan langkah-langkah solusi.
- d. Menggunakan pola dan hubungan untuk menganalisis situasi atau membuat analogi dan generalisasi.
- e. Membuat dan menguji dugaan-dugaan.
- f. Menghasilkan contoh yang bertentangan.
- g. Mengikuti aturan inferensi dan memeriksa validitas argumen.
- h. Menyusun argumen yang valid.
- i. Merancang bukti dengan metode langsung, tidak langsung, dan menggunakan induksi matematika.

Selanjutnya indikator kemampuan penalaran matematis menurut NCTM (Abidin *et al.*, 2021) yaitu a. membuat serta menguji hipotesis matematika, b. menyusun argumen dan bukti yang relevan, dan c. berpikir logis dan analitis dengan kemampuan mencatat pola, struktur, atau keteraturan dalam situasi nyata maupun matematika. Hal ini senada dengan (Wahyuni & Kharimah, 2017) yang menyebutkan dua indikator kemampuan penalaran matematis yakni menggunakan pola serta hubungan untuk menganalisis situasi matematis dan memprediksi solusi dan proses pemecahan masalah.

Menurut (Kurniawan *et al.*, 2021) indikator-indikator kemampuan penalaran matematis adalah sebagai berikut:

- a. Mengajukan hipotesis.
- b. Melakukan operasi matematika.
- c. Merumuskan kesimpulan, menyajikan bukti, dan memberikan alasan yang mendukung solusi.
- d. Memeriksa kevalidan suatu argumen.
- e. Mengidentifikasi pola atau karakteristik dalam fenomena matematika untuk membuat generalisasi.

Selanjutnya menurut (Hidayati, 2020) terdapat empat indikator kemampuan penalaran yaitu menyajikan pernyataan secara tertulis, mampu mengajukan hipotesis dengan baik, mampu melakukan manipulasi yang diberikan dengan menerapkan konsep yang sesuai dengan benar dan terakhir mampu menyusun bukti, memberikan argumen terhadap penyelesaian masalah yang diberikan. Dalam kajian yang lain Wardani (Kurniawan *et al.*, 2021) menyebutkan bahwa kemampuan penalaran matematis dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu penalaran induktif dan penalaran deduktif. Hal ini senada dengan Sumarmo (Darwanto, 2019; Hendriana *et al.*, 2021). Lebih lanjut Kurniawan *et al.* (2021) menjelaskan bahwa penalaran induktif adalah proses penalaran dengan cara menghubungkan fakta khusus untuk menarik kesimpulan yang bersifat umum. Di sisi lain penalaran deduktif yaitu proses berpikir untuk menarik kesimpulan yang bersifat khusus dengan berdasarkan fakta umum yang sudah terbukti kebenarannya.

Sumarmo (Darwanto, 2019) menyebutkan bahwa kemampuan penalaran induktif mempunyai indikator-indikator sebagai berikut :

- a. Membuat kesimpulan dari satu masalah ke masalah lainnya (penalaran transduktif).
- b. Membuat kesimpulan berdasarkan kemiripan proses atau fakta (penalaran analogi)
- c. Membuat kesimpulan bersifat umum berdasar sejumlah fakta terbatas yang diamati (penalaran generalisasi)
- d. Memprediksi solusi, alternatif jawaban, kecenderungan, interpolasi dan ekstrapolasi

- e. Memberikan penjelasan pada pola, data, sifat, relasi atau model yang ada
- f. Menggunakan pola relasi dalam menganalisis kondisi dan menyusun konjektur atau dugaan.

Dalam literatur yang lain Sumarmo (Hendriana *et al.*, 2021) menjelaskan indikator-indikator kemampuan penalaran deduktif sebagai berikut:

- a. Melakukan kalkulasi sesuai dengan kaidah atau rumus tertentu;
- b. Membuat kesimpulan logis yang memenuhi kriteria: penalaran proporsional, penalaran yang sesuai kaidah inferensi, memeriksa kevalidan argumen, membuktikan dan membuat argumen yang sah, penalaran probabilitas, penalaran kombinatorial;
- c. Menyusun pembuktian langsung, pembuktian tak langsung, dan pembuktian dengan induksi matematika.

Berdasarkan kajian-kajian tersebut dapat disimpulkan bahwa kemampuan penalaran matematis merupakan aspek penting dalam memahami, menganalisis, dan memecahkan masalah matematis. Selanjutnya juga dapat ditarik kesimpulan bahwa indikator-indikator kemampuan penalaran matematis mencakup kemampuan membuat kesimpulan logis, memberikan penjelasan dengan memanfaatkan berbagai aspek matematika, meramalkan hasil dan langkah-langkah solusi, menggunakan pola dan hubungan untuk menganalisis situasi, serta menguji dugaan-dugaan matematika. Dalam konteks penalaran, terdapat dua jenis utama: penalaran induktif dan penalaran deduktif, yang masing-masing memiliki indikator-indikator yang relevan. Semua ini mencerminkan pentingnya kemampuan berpikir matematis dalam menjawab tantangan matematika dan mengembangkan pemahaman yang mendalam tentang konsep-konsep matematika.

3. Kemampuan Koneksi Matematis (*Connecting Mathematics*)

Mata pelajaran matematika mempunyai lima elemen proses. Elemen proses merupakan proses berpikir bahwa matematika merupakan alat konseptual untuk mengkonstruksi dan menyusun materi pembelajaran matematika dalam bentuk aktivitas mental yang membentuk alur berpikir dan aliran pemahaman yang dapat mengembangkan keterampilan dan kemampuan (*hard skills*). Salah satu elemen proses mata pelajaran matematika dalam implementasi kurikulum merdeka adalah koneksi matematis (Kementerian Pendidikan Kebudayaan Riset Dan Teknologi,

2022). Kemampuan mengaitkan konsep matematis sangat penting bagi peserta didik karena dapat membantu dalam memperdalam pemahaman dan menjadikannya alat yang efektif dalam menyelesaikan masalah juga meningkatkan pengalaman belajar, membangun kepercayaan diri, dan meningkatkan kesadaran tentang relevansi matematika dalam kehidupan sehari-hari (Aisyah & Usdiyana, 2022).

Lebih lanjut (Kementerian Pendidikan Kebudayaan Riset Dan Teknologi, 2022) menjelaskan bahwa koneksi matematis merupakan proses menghubungkan materi pembelajaran matematika dalam sebuah domain studi, antara domain studi yang berbeda, lintas disiplin ilmu, dan dengan aplikasi dalam kehidupan sehari-hari. Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia daring kata koneksi memiliki arti hubungan yang dapat memudahkan (melancarkan) segala urusan (kegiatan) (Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa, 2016). Koneksi juga dapat diartikan sebagai keterkaitan (Putri *et al.*, 2020). Sehingga koneksi matematis adalah suatu keterkaitan dalam matematika. Selanjutnya Eka Putri *et al* (2020) menjelaskan bahwa koneksi matematis merujuk pada hubungan antara konsep-konsep matematika, baik yang bersifat internal, yang terkait dengan matematika itu sendiri, maupun yang bersifat eksternal, yang menghubungkan matematika dengan disiplin lain atau aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari. Hal yang sama juga dijelaskan (Imron & Masriyah, 2020) bahwa koneksi matematis diartikan sebagai keterhubungan antar topik di dalam maupun di luar matematika. Menurut Noto *et al* dalam (Hidayati *et al.*, 2020) menyatakan bahwa koneksi matematis adalah hubungan antara konsep-konsep matematika yang terkait dengan domain matematika sendiri dan juga hubungan antara matematika dengan aspek kehidupan sehari-hari. Hal ini senada dengan pendapat Yuliani *et al* (2018) bahwa koneksi matematis adalah kemampuan untuk mengaitkan atau menghubungkan konsep-konsep matematika dengan berbagai bidang studi di luar matematika, serta menghubungkannya dengan konsep-konsep matematika lainnya sehingga membuat pembelajaran matematika menjadi lebih bermakna dan membantu siswa melihat matematika sebagai bagian yang terpadu dalam konteks kehidupan.

Berdasarkan berbagai pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa kemampuan koneksi matematis adalah kemampuan untuk menghubungkan konsep-

konsep matematika, baik yang terkait dengan domain matematika itu sendiri maupun yang mengaitkan matematika dengan disiplin ilmu lain dan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari. Dengan kemampuan koneksi matematis ini, peserta didik dapat memahami matematika secara lebih mendalam dan relevan dalam berbagai situasi pembelajaran dan kehidupan mereka. Hal ini sesuai dengan teori belajar Bruner (Lestari & Yudhanegara, 2017) bahwa dalam proses belajar, peserta didik melewati tiga fase perkembangan kognitif yaitu fase enaktif, fase ikonik dan fase simbolik. Fase enaktif yakni peserta didik melibatkan objek kongkrit secara langsung. Fase ikonik yakni peserta didik mampu memahami objek nyata melalui gambar dan grafik. Fase simbolik yakni peserta didik mampu memanipulasi simbol dan lambang objek tertentu.

Terdapat lima indikator-indikator koneksi matematis menurut Agustini *et al* (Kusnandar *et al.*, 2021) sebagai berikut:

- a. Hubungan antara topik dalam satu pelajaran matematika yang sedang dipelajari,
- b. Keterkaitan antara topik yang sedang dipelajari dengan materi matematika sebelumnya,
- c. Hubungan antara topik matematika saat ini dengan mata pelajaran selain matematika,
- d. Kaitan antara topik matematika dan situasi dalam kehidupan sehari-hari, serta
- e. Hubungan antara topik matematika dengan perkembangan teknologi

Menurut Sumarmo (Lestari & Yudhanegara, 2017) terdapat enam indikator kemampuan koneksi matematis sebagai berikut:

- a. Mencari koneksi yang mendalam antara berbagai representasi konsep dan prosedur matematika.
- b. Memahami dengan jelas koneksi yang ada antara topik-topik matematika yang berbeda.
- c. Menerapkan matematika secara praktis dalam berbagai bidang studi dan kehidupan sehari-hari.
- d. Memahami tentang representasi yang ekuivalen untuk suatu konsep matematika.
- e. Aktif mencari hubungan dan prosedur alternatif dalam representasi yang setara.

- f. Menggunakan keterampilan dalam menghubungkan topik matematika dengan topik dari berbagai bidang lainnya.

Selanjutnya indikator-indikator kemampuan koneksi matematis juga dijelaskan (Raitu & Kurniawan, 2018) yang merujuk pada indikator koneksi matematika menurut NCTM yaitu: peserta didik menghubungkan antar topik matematika, peserta didik menghubungkan dengan bidang studi lainnya dan peserta didik mampu menghubungkan matematika dengan kehidupan nyata. Sejalan dengan hal tersebut Romli (Imron & Masriyah, 2020) mengembangkan indikator kemampuan koneksi matematis menjadi empat indikator sebagai berikut:

- a. Mengidentifikasi fakta, prinsip, dan konsep matematika dalam situasi di luar ranah matematika.
- b. Menemukan relasi antara prinsip-prinsip matematika sebagai solusi bagi masalah yang dihadapi.
- c. Menerapkan hubungan antara fakta dan prinsip matematika dalam pemecahan masalah.
- d. Memanfaatkan hubungan antara konsep dengan prosedur dan operasi matematika untuk melakukan pengecekan ulang.

Dalam literatur lain, (Putri *et al.*, 2020) menyebutkan indikator kemampuan koneksi matematis meliputi tiga garis besar yakni kemampuan mengkoneksikan matematika dalam penyelesaian masalah kehidupan sehari-hari, dengan masalah dalam bidang kajian lainnya, dan mengkoneksikan antar topik dalam matematika itu sendiri.

Berdasarkan pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa indikator-indikator kemampuan koneksi matematis meliputi: mengenali hubungan antar topik matematika, mengaitkan matematika dengan konteks sebelumnya dan bidang lain, praktis menerapkan matematika dalam situasi sehari-hari, memahami representasi konsep matematika, mencari hubungan alternatif dalam konsep matematika, serta menggunakan keterampilan menghubungkan topik matematika dengan bidang lain dan dalam pemecahan masalah. Menurut Mandur *et al* (Ansori & Hindriyanto, 2020) koneksi matematis penting dimiliki dan dikembangkan karena mempunyai pengaruh yang positif.

4. Kemampuan Komunikasi Matematis (*Communication Mathematics*)

Kemampuan matematis sebagai bagian dari kecakapan hidup yang diperlukan dalam kehidupan sehari-hari diantaranya adalah kemampuan komunikasi matematis As'ari et al dalam (Munaji & Setiawahyu, 2020). Sejalan dengan hal tersebut Menurut Pugalee (Rosyid & Umbara, 2018) kemampuan komunikasi berperan dalam mengembangkan pemahaman matematis peserta didik. Dalam implementasi kurikulum merdeka, salah satu elemen proses dalam mata pelajaran matematika diantaranya adalah komunikasi matematis (Kementerian Pendidikan Kebudayaan Riset Dan Teknologi, 2022). Kemudian dijelaskan bahwa komunikasi matematis yang dimaksud adalah melibatkan cara menggambarkan konsep matematika dan memfasilitasi pemahaman materi matematika dengan menggunakan bahasa matematika yang tepat. Dalam hal ini, komunikasi matematis juga melibatkan aktivitas menganalisis dan menilai pemikiran matematis dari orang lain. Kemudian Schoen, Bean dan Ziebarth menjelaskan bahwa komunikasi matematika merupakan kemampuan peserta didik untuk mengungkapkan suatu prosedur dan langkah unik dalam menyelesaikan masalah (Putri *et al.*, 2020).

Kemampuan komunikasi matematis adalah kemampuan peserta didik dalam mengungkapkan konsep atau ide matematika, baik secara lisan maupun tertulis, selama proses pembelajaran (Suciati *et al.*, 2022). Senada dengan Ramdani (Rosyid & Umbara, 2018) bahwa komunikasi matematis merupakan kemampuan berkomunikasi yang mencakup keterampilan dalam menulis, mendengarkan, menganalisis, menginterpretasikan, dan mengevaluasi ide, simbol, terminologi, serta informasi matematika yang ditemui selama proses mendengarkan, presentasi, dan diskusi. Menurut NCTM (Agusta, 2020) komunikasi matematis adalah menyajikan ide dengan menggunakan simbol, tabel, grafik, atau ekspresi matematika lainnya sebagai cara untuk menjelaskan situasi atau permasalahan dengan lebih jelas.

Hal yang sama juga diungkapkan Lestari *et al* (2017) bahwa kemampuan komunikasi matematis adalah kemampuan untuk mengungkapkan dan mengekspresikan konsep atau ide matematis, baik secara verbal maupun tertulis, serta memiliki keterampilan mendengarkan, memahami, serta mengevaluasi dengan cermat dan analitis suatu gagasan atau ide matematis dari orang lain, yang

bertujuan untuk meningkatkan pemahaman. Hal ini sejalan dengan Putri *et al* (Lusiana *et al.*, 2019) bahwa kemampuan komunikasi matematis mencakup kemampuan individu untuk menyampaikan konsep matematika dengan menggunakan simbol, gambar, tabel, diagram, atau media lainnya guna menjelaskan suatu permasalahan. Dalam literatur lain (Kurniawan *et al.*, 2021) menjelaskan bahwa kemampuan komunikasi matematis terdiri dari dua aspek utama: komunikasi lisan, seperti melalui diskusi dan penjelasan, serta komunikasi tulisan, yang melibatkan penyampaian ide matematis melalui gambar/grafik, tabel, persamaan, atau bahasa yang dipahami oleh siswa.

Berdasarkan beberapa pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa kemampuan komunikasi matematis adalah kemampuan seseorang dalam menyampaikan dan menjelaskan konsep matematika, baik secara lisan maupun tulisan, dengan menggunakan bahasa matematika yang tepat. Kemampuan ini melibatkan penggunaan simbol, gambar, tabel, atau media lain untuk memudahkan pemahaman. Selain itu, kemampuan ini juga mencakup keterampilan mendengarkan, memahami, dan mengevaluasi ide matematis dari orang lain untuk meningkatkan pemahaman matematis. Dengan kata lain, kemampuan ini membantu individu dalam memahami dan mengkomunikasikan matematika dengan lebih efektif.

Adapun indikator-indikator kemampuan komunikasi matematis menurut Lestari & Yudhanegara (2017) yaitu:

- a. Mengasosiasikan objek nyata, ilustrasi, dan grafik ke dalam konsep matematika.
- b. Menjelaskan gagasan, situasi, dan hubungan matematika baik secara lisan maupun dalam bentuk tulisan, dengan menggunakan objek fisik, gambaran, grafik, dan bahasa aljabar.
- c. Mengartikan peristiwa sehari-hari ke dalam bahasa matematika.
- d. Mendengarkan, berdiskusi, dan menulis tentang topik matematika.
- e. Membaca dan memahami presentasi matematika yang tertulis.
- f. Merumuskan pertanyaan matematika yang relevan terhadap masalah yang dihadapi.
- g. Membuat hipotesis, menyusun argumen, merumuskan definisi, dan membuat generalisasi dalam konteks matematika.

Dalam literatur lain Sumarmo (Kurniawan *et al.*, 2021) indikator-indikator kemampuan komunikasi yang dapat dikembangkan yaitu:

- a. Mengubah deskripsi situasi, gambar, diagram, atau objek nyata ke dalam bahasa, simbol, konsep, atau model matematika.
- b. Menguraikan gagasan, situasi, serta keterkaitan matematika dalam bentuk lisan atau tulisan.
- c. Terlibat dalam aktivitas mendengarkan, berdiskusi, dan menulis tentang topik matematika.
- d. Membaca dan memahami representasi matematika yang tertulis.
- e. Mengartikan kembali suatu penjelasan atau paragraf matematika ke dalam bahasa pribadi.

Menurut Greenes dan Schulman (Fahmi *et al.*, 2017) kemampuan komunikasi matematis terjadi saat peserta didik menyatakan konsep matematika melalui berbagai cara, seperti bicara, menulis, demonstrasi, dan penyajian visual dalam format yang beragam serta memahami, menginterpretasikan, dan menilai ide-ide yang disampaikan baik dalam bentuk tulisan maupun lisan, serta menghubungkan berbagai representasi ide dan memahami hubungannya. Menurut Baroody (Putri *et al.*, 2020) terdapat lima aspek dalam kemampuan komunikasi matematis yaitu:

- a. Representasi yakni menyatakan sesuatu hal yang nyata menjadi simbol atau kata-kata.
- b. Mendengar (*listening*) yakni menyimak secara kritis topik atau konsep yang penting.
- c. Membaca (*reading*) yakni mampu membaca secara umum maupun khusus.
- d. Diskusi (*discussing*) yaitu mampu mengungkapkan dan merefleksikan ide atau gagasan.
- e. Menulis (*writing*) yakni mampu mengungkapkan dan merefleksikan pikiran secara sadar melalui suatu kegiatan.

Dalam literatur lain Prabawanto mengembangkan indikator-indikator kemampuan komunikasi matematis (Rakhman & Rokmanah, 2023) yaitu :

- a. Menghubungkan data dari ilustrasi, diagram, atau frasa ke dalam konsep-konsep matematis;

- b. Mendeskripsikan ide, situasi, dan relasi matematika dalam bentuk tertulis dengan menggunakan gambaran atau kalimat; dan
- c. Memanfaatkan bahasa matematika untuk menyampaikan gagasan secara akurat.

Menurut (Farokhah *et al.*, 2019) dalam penelitiannya, indikator kemampuan komunikasi matematis terdiri dari menguraikan gagasan, kondisi, dan hubungan matematis dalam bentuk tulisan, mengkaji dan menilai pemikiran serta strategi matematis serta menginterpretasikan kembali suatu uraian atau paragraf matematis dengan kata-kata sendiri. Adapun Ramadhan (Lusiana *et al.*, 2019) aspek komunikasi matematis yaitu kemampuan untuk menguraikan konsep, menjelaskan situasi matematis dalam bentuk tulisan dengan menggunakan gambar dan ekspresi aljabar, mengungkapkan suatu permasalahan dengan menggunakan simbol matematika, merumuskan hipotesis, menyusun argumen, serta membuat pertanyaan terkait materi yang telah dipelajari.

Dalam penelitian (Prabaningrum & Waluya, 2020) menggunakan indikator kemampuan komunikasi yang dikembangkan NCTM yaitu:

- a. Merumuskan pertanyaan berdasarkan informasi yang diberikan dan terkait dengan masalah matematika.
- b. Menghubungkan konsep atau rumus matematika untuk mengembangkan strategi penyelesaian masalah.
- c. Menggambarkan permasalahan matematika menggunakan tabel, grafik, atau notasi aljabar, serta sebaliknya.
- d. Memanfaatkan simbol dan notasi matematika serta operasi bilangan untuk menyelesaikan masalah matematika.
- e. Menyampaikan solusi masalah matematika yang telah dikerjakan dan menyimpulkan hasilnya.

Menurut (Susilawati, 2021) menyatakan indikator kemampuan komunikasi matematis meliputi menghubungkan objek nyata, gambar, dan diagram ke dalam konsep matematika dan mengungkapkan suatu peristiwa sehari-hari dalam simbol matematika. Dalam kajian Nani dan Kusumah (2015) kemampuan komunikasi matematis juga diterapkan dalam pembelajaran statistik. Lebih lanjut Nani dan Kusumah mengungkapkan kemampuan komunikasi statistik menjadi prasyarat peserta didik untuk memiliki kemampuan berpikir statistik, koneksi statistik baik

secara lisan maupun tertulis. Menurut Rumsey (Nani & Kusumah, 2015) kemampuan komunikasi statistik adalah kemampuan seseorang dalam menyampaikan informasi statistik, baik secara lisan maupun tertulis sehingga mudah dipahami oleh orang lain. Kemampuan komunikasi statistik adalah kemampuan siswa untuk mengorganisir konsep dan memahami data statistik dengan benar sesuai dengan prinsip-prinsip statistik dalam bentuk tulisan, termasuk dalam bentuk diagram atau tabel. Kemudian (Nani & Kusumah, 2015) menjelaskan indikator-indikator kemampuan komunikasi statistik yang mengacu pada indikator kemampuan komunikasi menurut NCTM yaitu:

- a. Menghubungkan permasalahan dunia nyata, diagram, atau tabel dengan konsep statistik.
- b. Menjelaskan ide, situasi, dan keterkaitan statistik dalam bentuk tulisan, diagram, atau tabel.
- c. Merumuskan pernyataan statistik dan membuat generalisasi berdasarkan analisis data statistik.
- d. Memahami, menginterpretasikan, dan mengevaluasi gagasan yang disajikan dalam bentuk tertulis.
- e. Mengkomunikasikan, memproses, menginterpretasikan data dari hasil pengamatan, membuat perkiraan, dan menilai informasi

Berdasarkan pendapat-pendapat tersebut, dapat disimpulkan indikator kemampuan komunikasi matematis sebagai berikut:

- a. Menghubungkan objek nyata, ilustrasi, dan grafik ke dalam konsep matematika.
- b. Menjelaskan gagasan matematis baik secara lisan maupun tulisan.
- c. Mengartikan peristiwa sehari-hari dalam bahasa matematika.
- d. Mendengarkan, berdiskusi, dan menulis tentang topik matematika.
- e. Membaca dan memahami representasi matematika yang tertulis.
- f. Merumuskan pertanyaan matematika yang relevan.
- g. Membuat hipotesis, menyusun argumen, merumuskan definisi, dan membuat generalisasi dalam konteks matematika.

Indikator-indikator tersebut mencakup kemampuan siswa dalam berkomunikasi, menganalisis, dan menghubungkan konsep matematika dalam berbagai bentuk komunikasi matematis.

5. Kemampuan Representasi Matematis (*Representation Mathematics*)

Representasi bermanfaat bagi peserta didik diantaranya membantu dalam mengaitkan, membandingkan, memperluas dan mendalami pemahaman konsep matematika (Putri *et al.*, 2020). Pentingnya kemampuan representasi matematis juga dijelaskan (Murtianto *et al.*, 2019; Sintia & Effendi, 2022) yaitu untuk mencari dan menciptakan sebuah alat atau metode yang memungkinkan untuk mengkomunikasikan gagasan matematis yang awalnya abstrak menjadi lebih konkret, sehingga menjadi lebih mudah dipahami.

Dalam pembelajaran matematika pada implementasi kurikulum merdeka terdapat beberapa elemen proses yaitu kemampuan-kemampuan matematika (*hard skills*) yang harus dikembangkan salah satu diantaranya adalah kemampuan representasi matematis (Kementerian Pendidikan Kebudayaan Riset Dan Teknologi, 2022). Sementara itu, dijelaskan lebih lanjut kemampuan representasi matematis terkait dengan proses pembuatan dan penggunaan simbol, tabel, diagram, atau bentuk lain untuk mengilustrasikan ide dan pemodelan matematika. Dalam proses ini, fleksibilitas dalam mengonversi antara berbagai bentuk representasi dan pemilihan representasi yang paling sesuai untuk menyelesaikan masalah juga menjadi bagian penting. Menurut (Lestari & Yudhanegara, 2017) kemampuan representasi merupakan kemampuan untuk menggambarkan kembali notasi, simbol, tabel, gambar, grafik, diagram, persamaan, atau ekspresi matematis dengan cara yang berbeda. Lebih lanjut Lestari & Yudhanegara (2017) menjelaskan bahwa representasi matematis terdiri dari representasi visual, gambar, teks tertulis dan persamaan matematis. Adapun menurut Riescillia *et al* (2023) kemampuan representasi matematis peserta didik meliputi representasi visual, verbal dan simbolik.

Kemudian NCTM menjelaskan kemampuan representasi matematis adalah transformasi dari suatu masalah atau ide, yang awalnya dalam bentuk gambar atau model fisik, menjadi representasi baru menggunakan simbol, kata-kata, atau kalimat matematis (Riescillia *et al.*, 2023). Adapun menurut Jitendra dan Asha (Ratnasari *et al.*, 2018) bahwa kemampuan representasi matematis adalah kemampuan representasi matematis merujuk pada pengaturan karakter, ilustrasi, atau diagram, situasi dalam kehidupan nyata, bahasa lisan, dan simbol tertulis yang

mengharuskan siswa untuk memahami dan menginterpretasikan pemikiran mereka untuk menemukan solusi terhadap suatu masalah. Menurut Ratnasari *et al* (2018) kemampuan representasi matematis adalah kemampuan matematis untuk menyatakan gagasan-gagasan matematis dengan menggunakan karakter, gambar atau diagram, situasi dunia nyata, bahasa lisan, dan simbol tertulis. Kemampuan ini digunakan sebagai alat untuk memahami dan menyelesaikan masalah, melalui proses penafsiran pemikiran siswa.

Berdasarkan berbagai pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa kemampuan representasi matematis melibatkan penggunaan berbagai bentuk simbol, tabel, diagram, atau representasi lainnya untuk menggambarkan ide-ide matematis dan pemodelan matematika. Fleksibilitas dalam mengonversi antara berbagai bentuk representasi dan pemilihan yang tepat dari representasi menjadi faktor penting dalam proses ini. Representasi matematis mencakup representasi visual, gambar, teks tertulis, dan persamaan matematis, serta melibatkan transformasi dari masalah atau ide yang awalnya dalam bentuk gambar atau model fisik menjadi bentuk representasi baru menggunakan simbol, kata-kata, atau kalimat matematis. Semua ini bertujuan untuk membantu siswa memahami dan memecahkan masalah matematis dengan cara yang lebih baik.

Kemudian lebih lanjut, Lestari dan Yudhanegara (2017) menjelaskan indikator-indikator kemampuan representasi matematis berdasarkan keempat aspeknya yaitu aspek representasi visual, gambar, ekspresi matematis dan kata atau teks tertulis sebagai berikut:

- a. Indikator kemampuan representasi visual.
 - 1) Menyajikan kembali informasi suatu representasi ke dalam diagram, grafik atau tabel.
 - 2) Menerapkan representasi visual dalam penyelesaian masalah.
- b. Indikator kemampuan representasi gambar.
 - 1) Membangun pola-pola geometri.
 - 2) Membangun gambar bangun geometri dalam rangka memperjelas dan menyelesaikan masalah.
- c. Indikator kemampuan representasi persamaan matematis.
 - 1) Menyusun model matematis dari suatu permasalahan yang diberikan.

- 2) Membuat konjektur suatu pola bilangan.
 - 3) Menyelesaikan masalah dengan menerapkan persamaan matematis.
- d. Indikator kemampuan representasi kata atau teks tertulis.
- 1) Menyatakan konsidi masalah berdasarkan informasi yang diberikan.
 - 2) Mencatat interpretasi suatu representasi.
 - 3) Mencatat tahap-tahap penyelesaian masalah melalui kata-kata.
 - 4) Menyelesaikan soal dengan menggunakan kata atau teks tertulis.

Dalam literatur yang lain Kasah & Fadillah (Apriska *et al.*, 2022) dan Sintia & Effendi (2022) membagi kemampuan representasi menjadi tiga yaitu representasi visual (gambar, grafik, diagram, atau tabel), representasi simbolik (notasi matematis atau simbol aljabar) dan representasi verbal (teks tertulis).

Rangkuti dalam (Murtianto *et al.*, 2019) dan Sintia & Effendi (2022) yang menjelaskan indikator-indikator representasi verbal sebagai berikut:

- a. Menggambarkan situasi masalah berdasarkan data atau representasi yang disediakan.
- b. Mengungkapkan interpretasi dari suatu representasi dengan tulisan.
- c. Menjabarkan langkah-langkah dalam menyelesaikan masalah matematika menggunakan kata-kata.
- d. Menyusun narasi yang cocok dengan representasi yang diberikan.
- e. Merespon pertanyaan dengan menggunakan kata-kata atau tulisan.

Selanjutnya (Sintia & Effendi, 2022) menjelaskan kemampuan representasi ekspresi mencakup kemampuan untuk merumuskan persamaan atau model matematika berdasarkan representasi lain yang diberikan, kemudian menggunakannya untuk menyelesaikan masalah.

Adapun (Khoerunnisa & Maryati, 2022) menyebutkan indikator-indikator kemampuan representasi matematis sebagai berikut:

- a. Menyajikan masalah dalam bentuk rumus berurutan secara tepat dan lengkap,
- b. Mampu mengubah permasalahan yang diberikan menjadi berbagai bentuk representasi seperti gambar, serta membuat persamaan atau model matematis dari representasi yang ada.
- c. Menyelesaikan masalah dengan menggunakan ekspresi matematis,

- d. Menyusun kesimpulan secara rinci dalam kata-kata dalam lembar jawaban mereka berdasarkan hasil manipulasi data untuk mencari solusi dari masalah yang diberikan.

Berkaitan dengan pemecahan masalah, kemampuan representasi matematis visual berhubungan dengan kemampuan berpikir visual. Menurut Thorton kemampuan berpikir visual matematis merupakan kemampuan menggunakan visual untuk mengembangkan pikiran, dan hanya menggunakan konvensi aljabar formal dalam mengkomunikasikan hasil temuan mereka kepada orang lain (Sari & Sopiany, 2023). Kemudian menurut Mulyati et al (2023) kemampuan berpikir visual menjadi bagian penting dalam pemecahan masalah.

6. Kemampuan Penyelesaian Masalah (*Problem Solving*)

Kemampuan pemecahan masalah menjadi keterampilan yang penting bagi peserta didik karena mampu memberikan manfaat yang signifikan dalam menghubungkan matematika dengan mata pelajaran lainnya, serta dalam aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari (Remsis *et al.*, 2021). Hal yang sama dijelaskan (Silvia & Ratnaningsih, 2017) bahwa peserta didik perlu memiliki keterampilan pemecahan masalah karena dalam proses pembelajaran, mereka akan mendapatkan pengalaman yang melibatkan penerapan pengetahuan dan keterampilan yang sudah dimiliki untuk mengatasi masalah yang tidak biasa atau rutin. Sejalan dengan hal itu salah satu elemen proses pelajaran matematika pada implementasi kurikulum merdeka adalah pemecahan masalah matematis (Kementerian Pendidikan Kebudayaan Riset Dan Teknologi, 2022). Lebih lanjut dijelaskan, pemecahan masalah matematis melibatkan upaya untuk menyelesaikan tantangan matematis atau situasi sehari-hari dengan menerapkan dan mengubah berbagai strategi yang efisien. Menurut Fisher *et al* (2021) pemecahan masalah matematis merupakan hal yang kompleks secara kognitif.

Kemudian menurut (Lestari & Yudhanegara, 2017) kemampuan pemecahan masalah mencakup keterampilan menyelesaikan berbagai jenis masalah, termasuk masalah rutin, masalah non-rutin, masalah rutin yang terkait dengan penerapannya, masalah rutin yang tidak terkait dengan penerapannya, dan masalah non-rutin yang tidak terkait dengan penerapannya di dalam domain matematika. Adapun masalah rutin merupakan masalah yang langkah penyelesaiannya hanya mengulang

prosedur. Sementara itu, masalah non-rutin merupakan masalah yang penyelesaiannya membutuhkan strategi penyelesaian bukan hanya rumus, teorema saja. Selanjutnya, masalah rutin terapan yaitu masalah yang menghubungkan dengan kehidupan riil. Masalah rutin non-terapan yakni masalah rutin yang langkah penyelesaiannya melibatkan berbagai prosedural. Kemudian, masalah non-rutin terapan yaitu masalah yang penyelesaiannya membutuhkan strategi dan menghubungkan dengan kehidupan nyata. Masalah non-rutin non-terapan merupakan masalah yang hanya berkaitan dengan hubungan matematika.

Pemecahan masalah menurut Polya diartikan sebagai kemampuan menemukan solusi atau cara untuk mengatasi kesulitan atau rintangan yang belum diketahui sebelumnya, serta melibatkan proses berpikir kognitif untuk memahami dan menyelesaikan masalah tersebut (Han *et al.*, 2016). Dalam literatur lain, (Nurfitri & Jusra, 2021) menyatakan bahwa pemecahan masalah merupakan suatu alat yang membantu peserta didik dalam memahami masalah, merencanakan strategi, dan menyelesaikan masalah secara teratur dengan menggunakan metode dan pendekatan yang sistematis. Menurut Nasution (Rahman, Manshuri, *et al.*, 2017) penyelesaian masalah merupakan usaha peserta didik dalam menggabungkan kaidah-kaidah yang telah dipelajari sebelumnya untuk menyelesaikan masalah yang baru. Menurut OECD (Kusuma *et al.*, 2021) kemampuan pemecahan masalah adalah kemampuan individu dalam menghadapi situasi yang memerlukan pemikiran dan tindakan kreatif untuk mencapai solusi, walaupun solusi tersebut tidak selalu terlihat dengan jelas. Adapun menurut Wilson *et al.* (Fisher *et al.*, 2021) pemecahan masalah adalah serangkaian kegiatan yang melibatkan pembuatan pola, penafsiran bilangan, pengembangan konstruksi geometri, serta pembuktian teorema.

Selanjutnya menurut Sumartini (Ardani & Yulianti, 2022) bahwa terdapat empat langkah dalam pemecahan masalah sebagai berikut:

- a. pemahaman masalah, di mana kegiatan termasuk memahami informasi yang tersedia, mengidentifikasi informasi yang belum diketahui, menilai ketersediaan informasi, mengidentifikasi kondisi atau syarat yang harus dipenuhi, dan merumuskan ulang masalah awal agar dapat dipecahkan,

- b. perencanaan pemecahan masalah, yang melibatkan mencari masalah serupa yang pernah dipecahkan sebelumnya, mencari pola atau aturan, serta menyusun prosedur penyelesaian atau membuat perkiraan,
- c. melaksanakan penyelesaian masalah sesuai rencana yang telah dibuat sebelumnya, dan
- d. melakukan pengecekan kembali terhadap prosedur dan hasil penyelesaian. Pada tahap ini, kegiatan mencakup analisis dan evaluasi untuk memastikan kebenaran prosedur yang digunakan dan hasil yang diperoleh, serta mempertimbangkan kemungkinan generalisasi dari prosedur tersebut.

Dalam penelitian yang lain (Priatna *et al.*, 2022) menggunakan lima langkah pemecahan masalah yang mengacu pada Ruseffendi yaitu:

- a. mengungkapkan masalah secara lebih terperinci,
- b. merumuskan masalah dalam bentuk yang bisa dipecahkan secara operasional,
- c. mengembangkan berbagai hipotesis alternatif serta langkah-langkah yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah tersebut,
- d. menguji hipotesis dan melakukan langkah-langkah yang diperlukan untuk mendapatkan hasil (hasil yang mungkin tidak hanya satu), dan
- e. melakukan pengecekan ulang untuk memastikan kebenaran hasil yang diperoleh, bahkan mempertimbangkan alternatif pemecahan yang lebih baik.

Adapun dalam kajian (Muslim, 2017) menggunakan empat langkah dalam pemecahan masalah menurut Polya yaitu: pemahaman terhadap masalah, perencanaan solusi, pelaksanaan solusi sesuai rencana, dan pengecekan ulang terhadap semua langkah yang telah dilakukan.

7. Kemampuan Berpikir Kreatif (*Creative Thinking*)

Selanjutnya *hard skills* matematika yang diperlukan peserta didik adalah kemampuan berpikir kreatif. Kemampuan abad 21 (*21st Century Skills*) atau dikenal dengan 4 C's meliputi *critical thinking*, *creativity*, *collaboration* dan *communication skill*. Menurut Supardi kreativitas dibutuhkan peserta didik dalam melakukan pemecahan masalah serta memiliki pengaruh yang besar terhadap ketercapaian kemampuan dan prestasi matematika (Harahap *et al.*, 2022). Hal yang sama juga dinyatakan Maysarah (2017) bahwa kreativitas dalam matematika memiliki nilai yang sangat besar bagi peserta didik karena membantu mereka dalam

mengembangkan pemahaman yang lebih dalam terhadap konsep-konsep matematika dan merangsang perkembangan bakat matematika mereka. Selanjutnya menurut Noer (Harahap *et al.*, 2022) kreativitas dalam matematika lebih pada kemampuan berpikir kreatif, karena dalam proses pembelajaran matematika siswa selalu dihadapkan dengan permasalahan matematika yang menuntut mereka untuk berpikir dalam menemukan solusinya. Menurut penelitian yang dilakukan (Ratnaningsih, 2016, 2017) menunjukkan bahwa peserta didik mengalami kesulitan dalam berpikir kreatif matematis pada beberapa indikator. Kemudian menurut Ratnaningsih (2017) peningkatan kemampuan berpikir kreatif terkait erat dengan pendekatan pengajaran guru, terutama dalam suasana yang tidak otoriter, di mana siswa belajar secara mandiri, diberikan kepercayaan untuk berpikir sendiri, serta merasa nyaman dalam menyampaikan gagasan-gagasan baru. Dalam konteks ini, pengembangan berpikir kreatif dapat tumbuh dan berkembang.

Kemampuan berpikir kreatif merupakan kemampuan dalam menghasilkan ide baru untuk mendapatkan suatu langkah penyelesaian masalah (Lestari & Yudhanegara, 2017). Menurut Noviyana (2017) kemampuan berpikir kreatif adalah kemampuan individu untuk menciptakan sesuatu yang inovatif, baik dalam bentuk ide-ide baru maupun karya konkret yang secara signifikan berbeda dari yang telah ada sebelumnya. Dalam literatur lain Siswono menyatakan bahwa kemampuan berpikir kreatif merupakan kemampuan peserta didik untuk menghadapi situasi masalah dengan pemahaman yang mendalam dan kemampuan untuk menemukan solusi melalui berbagai strategi atau metode yang beragam (Sudianto *et al.*, 2019). Hal ini sejalan dengan Marpaung *et al* (2022) bahwa kemampuan berpikir kreatif merujuk pada kapasitas individu untuk menghasilkan ide-ide baru sebagai alternatif solusi dalam menyelesaikan masalah. Hudgins *et al* dalam (Ratnaningsih, 2016) menyatakan bahwa definisi berpikir kreatif adalah sebuah proses yang menghasilkan sesuatu yang inovatif, seperti ide atau produk baru.

Adapun menurut (Wiyanti & Hadi, 2023) kemampuan berpikir kreatif merupakan kemampuan untuk menciptakan dan menghasilkan ide-ide baru yang konkret, tidak umum, dan sesuai dengan tujuan yang diinginkan. Selanjutnya Kruteski (Susanti *et al.*, 2015) menyatakan bahwa kemampuan berpikir kreatif adalah kemampuan menemukan pemecahan masalah matematika dengan mudah

dan fleksibel. Sementara (Viana *et al.*, 2019) menjelaskan bahwa kemampuan berpikir kreatif mencakup kemampuan untuk mengidentifikasi peluang baru, menjalin koneksi antara gagasan-gagasan yang berbeda, dan mampu mengubah atau merancang kembali pendekatan pemecahan masalah. Menurut De Bono (Izzati, 2018) kemampuan berpikir kreatif memungkinkan peserta didik untuk menemukan beragam alternatif pemecahan masalah. Kemudian menurut (Susanti *et al.*, 2015) bahwa berpikir kreatif dalam matematika melibatkan penggabungan pemikiran logis dan pemikiran kreatif yang berasal dari intuisi, namun tetap berada dalam batasan kesadaran untuk memperhatikan fleksibilitas, kefasihan, dan kemunculan ide-ide baru. Hal ini dilakukan dengan mematuhi aturan-aturan penalaran deduktif dan menghubungkan konsep-konsep matematika untuk mengintegrasikan inti dari subjek tersebut.

Berdasarkan berbagai pendapat yang dikemukakan, kemampuan berpikir kreatif adalah kemampuan individu untuk menghasilkan ide-ide baru yang inovatif dalam rangka menemukan solusi yang berbeda atau alternatif dalam mengatasi masalah. Kemampuan ini mencakup kemampuan untuk mengidentifikasi peluang baru, menjalin hubungan antara berbagai gagasan yang berbeda, dan mampu mengubah atau merancang kembali cara pendekatan pemecahan masalah. Secara umum, kemampuan berpikir kreatif melibatkan kemampuan untuk menciptakan sesuatu yang baru, baik dalam bentuk ide-ide konseptual maupun dalam bentuk karya konkret yang berbeda secara signifikan dari apa yang telah ada sebelumnya. Kemampuan ini juga dapat mengacu pada kemampuan dalam menemukan solusi masalah dengan fleksibilitas dan keleluasaan, serta dengan pemahaman yang mendalam terhadap masalah yang dihadapi.

Kemudian pada penelitian (Wiyanti & Hadi, 2023) merujuk pendapat Purwaningrum menggunakan empat indikator kemampuan berpikir kritis sebagai berikut:

- a. Fleksibilitas, yaitu berpikir luwes untuk menemukan perubahan gagasan, solusi atau pertanyaan.
- b. Elaborasi yaitu menjawab dengan sangat jelas tahap demi tahap dengan benar dalam menyusun hasil yang benar.

- c. Orisinalitas, menemukan gagasan dan ide baru dan unik dengan pola pikir dan tahap proses yang berbeda tiap individu.
- d. Kelancaran (*fluency*) kemampuan mendapatkan berbagai ide jawaban dengan lancar.

Hal ini juga sejalan dengan indikator menurut Torrance dalam kajian (Lestari & Yudhanegara, 2017). Fleksibilitas artinya memiliki berbagai ide atau gagasan, *fluency* maksudnya memiliki banyak ide dalam beragam kategori. Adapun orisinalitas berarti memiliki ide baru dalam pemecahan masalah dan elaborasi artinya kemampuan dalam mengembangkan ide untuk pemecahan masalah secara terperinci. Lebih lanjut (Viana *et al.*, 2019) memaparkan bahwa keseluruhan indikator-indikator ini menunjukkan bahwa berpikir kreatif melibatkan kemampuan untuk menghasilkan ide-ide baru, memecahkan masalah dengan pendekatan yang beragam, dan melihat hal-hal dari berbagai perspektif yang berbeda.

Adapun indikator kemampuan berpikir kreatif menurut Silver (Shalihah *et al.*, 2020) meliputi kelancaran (*fluency*), fleksibilitas (*flexibility*), dan kebaruan (*novelty*). *Fluency* adalah kemampuan untuk menghasilkan beragam gagasan, ide, dan pertanyaan sebagai respons terhadap perintah. Fleksibilitas mencerminkan kapasitas individu untuk menyesuaikan diri dan berkinerja baik dalam berbagai konteks atau situasi yang berbeda. Di sisi lain, *novelty* mencakup kemampuan untuk menemukan ide-ide baru dan tak lazim sebagai tanggapan terhadap perintah yang diberikan.

Sementara menurut Guilford (Izzati, 2018) indikator-indikator kemampuan berpikir kreatif yaitu:

- a. Kepekaan (*Problem Sensitivity*) merujuk pada kemampuan untuk mendeteksi, mengidentifikasi, memahami, dan memberikan respons terhadap pernyataan, situasi, atau permasalahan.
- b. Kelancaran (*Fluency*) adalah kemampuan untuk menghasilkan sejumlah besar gagasan atau ide.
- c. Keluwesan (*Flexibility*) adalah kemampuan untuk menyajikan berbagai pendekatan atau solusi yang berbeda dalam menghadapi suatu masalah.

- d. Keaslian (*Originality*) mencerminkan kemampuan untuk mengembangkan gagasan dengan cara yang unik, tidak konvensional, dan jarang dipikirkan oleh sebagian besar orang.
- e. Elaborasi (*Elaboration*) adalah kemampuan untuk melengkapi dan menguraikan sebuah situasi atau masalah dengan rincian yang mendalam, termasuk penggunaan tabel, grafik, gambar, model, dan kata-kata.

Kemudian pada penelitian Ratnaningsih (2017) merujuk indikator-indikator kemampuan berpikir kreatif menurut Evans yaitu *sensitivity*, *fluency*, *flexibility*, *elaboration*, dan *originality*. *Flexibility* maksudnya peserta didik dapat menyelesaikan masalah dengan beragam cara. *Originality* yakni peserta didik menyelesaikan masalah dengan cara sendiri bukan rumus yang baku. *Fluency* maksudnya peserta didik secara lancar membuat rencana atau ide dalam penyelesaian masalah. *Elaboration* yakni peserta didik menyelesaikan masalah dengan cara mengembangkannya sebelum penyelesaian. *Sensitivity* maksudnya peserta didik mendeteksi atau memiliki kepekaan terhadap masalah.

Selanjutnya Munandar (Sulastri *et al.*, 2022) menyatakan secara detail indikator-indikator keterampilan berpikir kreatif pada Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2. 2 Indikator Kemampuan Berpikir Kreatif

Aspek Kemampuan Berpikir Kreatif	Indikator Kemampuan
Berpikir lancar (<i>fluency</i>)	a. Aliran pemikiran yang mengalir dengan lancar. b. Kemampuan untuk memberikan berbagai macam jawaban.
Berpikir luwes (<i>flexibility</i>)	a. Menghasilkan ide-ide yang beragam. b. Pendekatan berpikir yang berbeda. c. Kemampuan untuk mencantumkan berbagai alternatif jawaban.
Berpikir orisinal (<i>originality</i>)	a. Kemampuan untuk memberikan jawaban yang tidak umum atau biasa. b. Mampu menciptakan model atau desain yang baru.
Berpikir merinci (<i>elaboration</i>)	a. Kemampuan untuk menjelaskan sesuatu dengan rinci. b. Memberikan jawaban yang terperinci dan jelas.

Menurut Wallas (Izzati, 2018) dalam proses berpikir kreatif mencakup empat langkah sebagai berikut:

- a. Tahap *preparation*, tahap ini meletakkan pondasi mencakup mengumpulkan informasi, data dan bahan untuk penyelesaian masalah.

- b. Tahap *incubation*, Tahap ini merupakan tahap pertama dalam proses pemecahan masalah di alam bawah sadar adalah periode inkubasi yang tidak memiliki durasi yang pasti. Selama tahap ini, ada kemungkinan bahwa konteks masalah menjadi terlupakan, dan akan diingat kembali ketika tahap inkubasi berakhir dan fase berikutnya dimulai.
- c. Tahap *illumination*, Tahap ini merupakan fase di mana aspirasi atau ide-ide untuk mengatasi masalah muncul. Pada tahap ini, muncul secara tiba-tiba bentuk pemikiran kreatif, gagasan, solusi, cara kerja, atau jawaban baru yang bersifat spontan.
- d. Tahap *verification*, Tahap ini adalah tahap dimana aktivitas evaluatif terhadap ide-ide dilakukan secara kritis, dan mulai dibandingkan dengan keadaan nyata atau situasi sebenarnya.

Menurut Noviyana (2017) kemampuan berpikir kreatif memungkinkan peserta didik untuk menghasilkan ide-ide baru dan solusi yang inovatif, yang tidak hanya bermanfaat dalam mata pelajaran matematika, tetapi juga dalam berbagai disiplin ilmu dan kehidupan sehari-hari. Peserta didik yang memiliki kemampuan berpikir kreatif dalam matematika cenderung lebih mudah berkembang kreativitasnya dalam bidang lain, dan ini dapat membantu mereka dalam menghadapi tantangan global yang kompleks. Hal ini selaras dengan pendapat (Maysarah, 2017) bahwa kreativitas dalam matematika tidak hanya memperkaya pengalaman belajar siswa, tetapi juga membantu mereka menjadi pemecah masalah yang lebih efektif dan berpikiran inovatif.

Dalam literatur lainnya (Wiyanti & Hadi, 2023), Garcês et al dan Jumadi et al menyatakan bahwa berpikir kreatif melibatkan pemahaman dan eksplorasi terhadap berbagai aspek kreativitas dan bagaimana hal-hal tersebut saling terkait dan berpengaruh terhadap kemampuan individu untuk menghasilkan ide-ide atau produk kreatif. Hal ini menunjukkan bahwa berpikir kreatif tidak hanya terbatas pada hasil akhir (produk kreatif), tetapi juga melibatkan pemahaman terhadap proses, orang-orang yang terlibat, dan pengaruh dari media atau lingkungan kreatif.

Menurut Faelasofi (Harahap *et al.*, 2022) terdapat beberapa indikator kreativitas peserta didik sebagai berikut:

- a. Kefasihan (*Fluency*) mencerminkan kemampuan siswa untuk dengan lancar mengemukakan jawaban, ide, atau gagasan saat mereka menyelesaikan masalah matematika. Gagasan yang mereka sampaikan dapat menghasilkan jawaban yang tepat dan akurat.
- b. Keluwesan (*Flexibility*) adalah kemampuan siswa untuk menghasilkan beragam jawaban atau ide yang berbeda-beda. Ini termasuk kemampuan siswa untuk menyelesaikan soal matematika dengan berbagai metode dan memberikan beragam jawaban.
- c. Elaborasi mengacu pada kemampuan siswa untuk menjelaskan secara rinci proses pencapaian solusi dalam permasalahan matematika atau untuk menghasilkan ide-ide dengan rincian dan detail yang mendalam.
- d. Berpikir original adalah kemampuan siswa dalam menghasilkan ide, metode, atau jawaban yang baru dan tidak konvensional, yang berbeda dari solusi yang sudah ada.
- e. Berpikir evaluatif (*evaluation*) mencerminkan kemampuan siswa untuk memberikan penilaian berdasarkan pemikiran mereka sendiri atau untuk meninjau ulang jawaban yang telah mereka buat, dengan tujuan untuk memberikan pertimbangan atau kritik yang baik.

Dalam kajian yang lain kreativitas dianggap sebagai proses perkembangan pemikiran yang penuh imajinasi yang membuka jalan bagi gagasan-gagasan baru dan inovasi yang bertujuan untuk menemukan solusi permasalahan (Nwoke, 2021). Menurut Sriraman (Nwoke, 2021) kreativitas peserta didik pada level profesional didefinisikan sebagai berikut:

- a. Kemampuan siswa untuk menghasilkan pekerjaan orisinal yang secara signifikan memperluas pemahaman mereka tentang matematika, termasuk sintesis dan perluasan ide-ide yang telah mereka pelajari.
- b. Kemampuan siswa untuk menginspirasi pertanyaan-pertanyaan baru dalam matematika yang mungkin menantang dan memunculkan minat bagi siswa lain.
- c. Proses berpikir yang menghasilkan solusi-solusi yang tidak biasa (baru) dan/atau pemahaman yang dalam terhadap suatu masalah matematika tertentu atau permasalahan serupa.

- d. Kemampuan siswa untuk merumuskan pertanyaan-pertanyaan atau kemungkinan-kemungkinan baru yang membantu mereka melihat suatu masalah matematika yang sudah ada dari sudut pandang yang berbeda.

Menurut Faroh *et al* (2022) indikator kemampuan kreativitas peserta didik meliputi kefasihan (*Fluency*) mengacu pada kemampuan siswa untuk menghasilkan beragam ide, jawaban, atau solusi untuk masalah yang dihadapi. Keluwesan (*Flexibility*) adalah kemampuan siswa untuk menghasilkan berbagai jenis ide, solusi, atau pertanyaan dan memiliki kemampuan untuk mengubah pendekatan mereka dengan melihat masalah dari berbagai sudut pandang. Berpikir orisinal (*Originality*) mencerminkan kemampuan untuk menyatakan ide-ide pribadi dalam merespons masalah yang perlu dipecahkan. Sementara itu, Elaborasi adalah kemampuan untuk mengembangkan, memodifikasi, atau menjelaskan secara rinci objek, tujuan, atau situasi tertentu.

Berdasarkan beberapa kajian dan penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa indikator kemampuan kreativitas peserta didik juga merupakan indikator kemampuan berpikir kreatif.

8. Kemampuan Berpikir Kritis (*Critical Thinking*)

Peningkatan kemampuan berpikir kritis merupakan salah satu tujuan pembelajaran matematika menurut Haryani (Susanto *et al.*, 2021). Peserta didik harus dibekali keterampilan abad kedua puluh satu dalam kaitannya untuk pemecahan masalah salah satu diantaranya adalah kemampuan berpikir kritis (Maubana & Sakbana, 2021; Rehman *et al.*, 2023). Menurut Ni'mah (2020) pembelajaran yang berorientasi untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis jarang dilakukan sehingga peserta didik mengalami kesulitan dalam pemecahan masalah non-rutin.

Dalam beberapa penelitian pendahuluan diperoleh bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik masih rendah (Astiantari *et al.*, 2022; Ni'mah, 2020). Lebih lanjut kurangnya kemampuan berpikir kritis dapat mengakibatkan penurunan prestasi peserta didik (R. Hidayat & Saerah, 2017). Di sisi lain dengan menggunakan kemampuan berpikir kritis, peserta didik memiliki kapasitas untuk mendemonstrasikan tujuan yang spesifik, menginterpretasikan, dan menyelesaikan masalah selama proses pembelajaran (Pursitasari *et al.*, 2020). Hal ini sejalan

dengan (Sianturi *et al.*, 2020) kemampuan berpikir kritis memungkinkan peserta didik untuk mengambil keputusan yang tepat dengan cara mengenali permasalahan, mencari solusi, dan membuat kesimpulan berdasarkan pertimbangan yang matang. Senada dengan (Triningsih & Mawardi, 2020) yang menyatakan kemampuan berpikir kritis matematis dibutuhkan sebagai kecakapan dalam menjalani kehidupan. Menurut Feldman (Imawan, 2015) salah satu manfaat kemampuan berpikir kritis yaitu untuk menciptakan solusi yang optimal dalam menyelesaikan suatu masalah. Kemampuan berpikir kritis juga menjadi salah satu capaian dalam aspek profil pelajar Pancasila (Hakiki *et al.*, 2022).

Kemampuan berpikir kritis merupakan keterampilan berpikir yang tinggi yang mencakup perilaku dan kemampuan kognitif untuk menyelesaikan masalah, membuat kesimpulan, melakukan perhitungan probabilitas, dan membuat keputusan (Santhi Dewi & Pramatha, 2021). Hal senada pernyataan Hidayah *et al* (2017) bahwa kemampuan berpikir kritis merupakan salah satu keterampilan berpikir tingkat tinggi (*High Order Thinking Skills*). Menurut Ennis (Lestari & Yudhanegara, 2017) kemampuan berpikir kritis dalam matematika adalah kemampuan untuk memecahkan masalah matematika dengan menggabungkan pengetahuan matematika, pemikiran logis, dan metode pembuktian matematika. Kemudian menurut (Susanto *et al.*, 2021) berpikir kritis merupakan suatu sikap berpikir yang melibatkan pemahaman mendalam terhadap permasalahan atau situasi yang dihadapi untuk membuat keputusan yang rasional dan logis berdasarkan pemahaman yang matang terhadap informasi yang tersedia. Dalam literatur lain Imawan (2015) menyebutkan bahwa keterampilan berpikir kritis adalah kemampuan untuk mengevaluasi keabsahan suatu konsep, mengidentifikasi kesalahan atau bias dalam tahap-tahap pengembangan konsep, dan mengaplikasikan konsep tersebut untuk mengatasi tantangan baru. Menurut Rehman (2023) berpikir analitis dan kritis melibatkan pemeriksaan data, pembuatan kesimpulan, ekspresi ide, dan penilaian terhadap klaim.

Berdasarkan berbagai pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa kemampuan berpikir kritis adalah kemampuan tingkat tinggi yang mencakup aspek perilaku dan kemampuan kognitif. Kemampuan ini melibatkan proses menyelesaikan masalah, membuat kesimpulan, melakukan perhitungan

probabilitas, dan membuat keputusan secara rasional dan logis. Ini juga mencakup pemahaman mendalam terhadap permasalahan, evaluasi kebenaran suatu konsep, identifikasi kesalahan atau bias dalam pengembangan konsep, dan penerapan konsep tersebut untuk mengatasi tantangan baru. Dengan kata lain, kemampuan berpikir kritis melibatkan analisis yang mendalam, evaluasi, dan penerapan konsep untuk pemecahan masalah dan pengambilan keputusan yang baik.

Menurut Lestari & Yudhanegara (2017) kemampuan berpikir kritis matematis mempunyai indikator-indikator sebagai berikut:

- a. Memberikan penjelasan yang mudah dimengerti.
- b. Mengembangkan keterampilan dasarnya.
- c. Menarik kesimpulan.
- d. Memberikan penjelasan yang lebih mendalam.
- e. Merancang rencana dan langkah-langkah untuk penyelesaian masalah.

Selanjutnya indikator kemampuan berpikir kritis menurut Rehman (2023) meliputi *interpretation*, *analysis*, *inference*, *evaluation*, *explanation* dan *self-regulation*. *Interpretation* (penafsiran) maksudnya pernyataan matematika yang diberikan dapat dipahami dan dikomunikasikan oleh peserta didik. *Analysis* (analisis) yakni peserta didik menganalisis argumen yang diberikan secara kritis. *Inference* (inferensi) maksudnya peserta didik menggunakan penalaran logis untuk membuat inferensi dan memberikan pembenaran. *Evaluation* (evaluasi) yakni mengevaluasi klaim yang disajikan dengan menganalisis dan membandingkannya dengan informasi relevan. *Explanation* (penjelasan) artinya peserta didik dapat menjelaskan jawaban mereka untuk memperjelas. *Self-regulation* (pengaturan diri) artinya dapat menunjukkan kemampuan untuk mengidentifikasi kesalahan dalam pemecahan masalah dan mengusulkan langkah-langkah perbaikan. Adapun menurut Ni'mah (2020) indikator-indikator kemampuan berpikir kritis peserta didik yaitu merumuskan masalah, memberikan argumen, melakukan deduksi, melakukan induksi, melakukan evaluasi dan mengambil keputusan dan tindakan.

Selanjutnya indikator berpikir kritis dalam pemecahan masalah matematis yang dikembangkan (Astiantari et al., 2022) yang merujuk pada pendapat Rohmatin sebagai berikut:

- a. *Focus* yaitu peserta didik mampu menuliskan data yang diketahui dan permasalahan.
- b. *Clarity* yaitu peserta didik mampu menyajikan contoh soal yang sejenis yang pernah ditemukan sebelumnya.
- c. *Reason* yaitu peserta didik menemukan metode penyelesaian masalah dengan argumen berdasarkan bukti yang sesuai pada tiap tahap yang diambil.
- d. *Situation* yaitu peserta didik menggunakan data yang diperoleh untuk penyelesaian masalah.
- e. *Inference* yaitu peserta didik mampu menarik kesimpulan penyelesaian sesuai bukti dan argumen yang logis.
- f. *Overview* yaitu peserta didik mampu melihat kembali solusi penyelesaian dan menemukan alternatif lain penyelesaian masalah.

9. Kemampuan Berpikir Komputasi (*Computational Thinking*)

Selanjutnya (Sheromova et al., 2020) menjelaskan domain *skills* kognitif meliputi *general learning skills*, *logical operation* dan *problem solving skills*. *General learning learning skills* meliputi memahami dan memproses informasi yang disampaikan dalam berbagai bentuk; mengekstraksi, menyusun, memodelkan informasi menggunakan tanda dan simbol. Sementara itu *logical operation* mencakup analisis, sintesis, membangun hubungan sebab-akibat, mengajukan dan memperkuat hipotesis. Adapun *problem solving skills* mencakup menyatakan masalah dan mencari solusi secara mandiri. Lebih lanjut Sheromova menjelaskan bahwa *skills* kognitif ini terdapat tiga tingkatan yaitu rendah, dasar dan tinggi.

Dalam kajian lain, kemampuan mendasar yang diperlukan manusia dalam memecahkan masalah kehidupan sehari-hari adalah berpikir komputasional matematika (Hadi et al., 2021). Berpikir komputasional matematika merupakan domain keterampilan dan kemampuan komputer yang diterapkan untuk memahami isi bidang matematika. Dalam kerangka kerja (*framework*) PISA 2021, OECD memasukan elemen berpikir komputasi dalam definisi literasi matematika (OECD, 2021). Menurut kerangka kerja PISA 2021 berpikir komputasi (*computational thinking*) merupakan kemampuan untuk menafsirkan dan menjelaskan konsep matematika dalam konteks pemrograman, memungkinkan peserta didik untuk mendeskripsikan dan mengilustrasikan konsep dan hubungan matematika secara

interaktif. Menurut Wing dalam (Zahid, 2020) *computational thinking* adalah kemampuan seseorang untuk merepresentasikan suatu masalah dan solusinya melalui perintah algoritmik yang dapat dijalankan oleh komputer. Kemampuan dasar ini sangat penting bagi manusia. Bahkan disebutkan Shuci Grover & Roger bahwa kemampuan *computational thinking (not coding)* layak menjadi "C kelima" dalam kemampuan abad 21 yang sering disebut 4 C's (Grover, 2018; Riddell, 2018). Kemampuan abad 21 (*21st Century Skills*) atau dikenal dengan 4 C's meliputi *critical thinking, creativity, collaboration* dan *communication skill*.

Salah satu kemampuan abad 21 (*21st Century Skills*) adalah kemampuan kolaborasi (*collaboration skills*). Dalam penelitian (Rehman *et al.*, 2023) dijelaskan bahwa kemampuan kolaborasi sangat penting dalam keberhasilan seseorang di dunia kerja dan budaya global. Lebih lanjut Rehman menyebutkan bahwa kemampuan ini dapat membantu peserta didik dalam mengenali hubungan antara konsep matematika yang berbeda, mengembangkan pemahaman konsep dan mengidentifikasi urutan parsial dalam matematika.

10. Kemampuan Literasi Matematik (*Mathematics Literacy*)

Kemampuan matematika lainnya disebutkan dalam (Angreanisita *et al.*, 2021) adalah kemampuan literasi matematik. Angreanisita (2021) menggunakan tujuh komponen proses dalam kemampuan literasi matematik yaitu berkomunikasi, menghitung, merepresentasikan, menalar dan berargumentasi, merancang strategi penyelesaian masalah, menggunakan bahasa simbolik, formal dan teknis, menggunakan operasi dan alat matematika. Dalam literatur lain, menurut De Lange (2003) kemampuan literasi matematik dibagi menjadi beberapa dimensi yaitu literasi spasial, literasi numerasi, literasi statistik dan literasi kuantitatif. Lebih lanjut De Lange menjelaskan bahwa literasi spasial (SL) adalah kemampuan untuk memahami dunia tiga dimensi di sekitar kita. Ini melibatkan pemahaman tentang sifat-sifat benda, posisi relatif objek, pengaruhnya terhadap persepsi visual kita, pembuatan rute dan jalur dalam tiga dimensi, navigasi, bayangan, dan bahkan karya seni seperti karya M.C. Escher. Literasi spasial adalah aspek penting dalam pemahaman dunia kita dan seringkali diabaikan. Oleh karena itu, penting untuk memperhatikan dan mengembangkan kemampuan literasi spasial ini. Kemampuan literasi spasial menurut Maier dalam (Mulyati *et al.*, 2022) terbagi menjadi

dinamika mental dan statistik statis. Adapun definisi literasi statistik menurut Watson dan Gal dalam (Sharma, 2017) jauh lebih luas daripada sekadar kemampuan dasar membaca dan menafsirkan data. Literasi statistik mencakup pemahaman konsep, konteks sosial, pemikiran kritis, dan keterampilan komunikasi yang lebih dalam. Menurut Sharma (2017) pemahaman ini penting dalam mengembangkan kemampuan siswa dalam memahami dan mengambil keputusan berdasarkan informasi statistik dalam berbagai konteks.

11. Kemampuan Berpikir Statistik (*Statistical Thinking*)

Berdasarkan kajian lainnya dalam taksonomi Bloom (Inderasari *et al.*, 2019) menyebutkan bahwa kemampuan berpikir pada ranah kognitif terdapat enam level mulai dari level terendah sampai dengan level tertinggi. Keenam level tersebut yaitu kemampuan mengingat, kemampuan memahami, kemampuan mengaplikasi, kemampuan menganalisis, kemampuan mensintesis dan kemampuan mengevaluasi. Inderasari *et al* (2019) menjelaskan lebih lanjut bahwa berdasarkan hasil observasi di lapangan yang dilakukan menunjukkan model soal tes yang dikembangkan belum sampai tahap HOTS (high order thinking skills) tetapi tahap mengingat. HOTS menurut Inderasari (2019) merupakan keterampilan berpikir yang menuntut peserta didik untuk menghubungkan, mengolah, mengubah dan menyajikan pengetahuan dan pengalaman yang dimilikinya menjadi pemikiran baru yang meliputi aspek berpikir kritis, berpikir kreatif dan kemampuan problem solving. Kemudian (Ramadhani & Fitri, 2020) menambahkan bahwa salah satu kemampuan HOTS adalah kemampuan berpikir statistik.

Selanjutnya Ramadhani & Fitri menjelaskan bahwa kemampuan berpikir statistik merupakan bagian dari sarana berpikir ilmiah yang di dalamnya terdapat bagian berpikir logis dan sistematis. Menurut Davies *et al* dalam (Syukur *et al.*, 2021) berpikir statistik adalah berpikir untuk menarik kesimpulan dari data atau bukti. Menurut De Lange (2003) kemampuan berpikir statistik dan literasi statistik merupakan dua konsep yang saling terkait dan penting dalam dunia modern yang sangat terkait dengan data dan statistik. Kemampuan berpikir statistik melibatkan pemahaman bahwa semua proses memiliki variasi, dan ini membantu individu untuk tidak membuat keputusan berdasarkan perubahan yang mungkin disebabkan oleh kebetulan belaka. Di sisi lain menurut De Lange, literasi statistik melibatkan

kemampuan individu untuk membaca, menginterpretasikan, dan menganalisis informasi statistik dengan kritis. Kemampuan berpikir statistik dan literasi statistik sama-sama penting dalam mengembangkan pemahaman yang lebih baik tentang data, statistik, dan informasi yang kita hadapi sehari-hari. Mereka memiliki peran penting dalam membuat keputusan yang berbasis bukti, mengatasi tantangan yang kompleks, dan meningkatkan kualitas kehidupan.

12. Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi (*Higher Order Thinking Skills*)

Menurut Cahyani (Audina *et al.*, 2022) kemampuan berpikir tingkat tinggi atau *higger order thinking skills* (HOTS) merupakan kemampuan dalam memahami dan menyelesaikan masalah dengan pendekatan yang beragam dan tidak konvensional. Dalam penelitian ini kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS) yang dimaksud adalah kemampuan pengetahuan tingkat tinggi dan merupakan kemampuan mengaitkan, memanipulasi dan mentransformasikan kognitif sebagai pengalaman berpikir kritis, logis, reflektif, metakognitif dan kreatif dalam menentukan keputusan penyelesaian masalah (Suherman *et al.*, 2020). Selanjutnya Suherman *et al* (2020) merujuk pada pendapat Giani *et al* (2015) sebagai indikator HOTS yaitu *create*, *analyze* dan *evaluate*. Indikator tersebut merupakan tingkat kognitif C4, C5 dan C6 pada Taksonomi Bloom versi revisi menurut Anderson & Krathwohl (Giani *et al.*, 2015).

Selanjutnya Giani *et al* (2015) menjelaskan pada tingkat *create* indikator HOTS yaitu kemampuan untuk memecah materi menjadi komponen-komponen penyusunnya dan mengidentifikasi hubungan-hubungan antara komponen-komponen tersebut serta bagaimana komponen-komponen tersebut berhubungan dengan struktur keseluruhan. Pada tingkat *analyze* indikator HOTS meliputi kemampuan untuk membuat keputusan dengan merujuk pada kriteria dan/atau standar tertentu. Adapun pada tingkat *evaluate* indikator HOTS adalah menggabungkan komponen-komponen untuk menciptakan sesuatu yang baru atau produk dengan orisinalitas.

13. Pengetahuan Konten Matematis (*Mathematics Content Knowledge*)

Pengetahuan konten matematis adalah pengetahuan dan keterampilan matematika yang digunakan dalam konteks lain selain pengajaran (Poniam, 2020). Hal senada diungkapkan Shulman dalam (Thanheiser *et al.*, 2010) bahwa

pengetahuan konten matematis merupakan pemahaman mendalam tentang matematika dasar yang digunakan untuk mengidentifikasi pemahaman matematika yang dibutuhkan guru. Shulman dalam Ball, Thames & Phelps (Salwah *et al.*, 2020) menyatakan bahwa pengetahuan konten (*content knowledge*) merupakan sejenis pengetahuan profesional secara spesifik pada suatu bidang kajian. Selanjutnya Hill, Ball & Shilling (Thanheiser *et al.*, 2010) membedakan pengetahuan matematis untuk pengajaran menjadi dua bagian yakni pengetahuan materi pelajaran dan pengetahuan pedagogis. Lebih lanjut dijelaskan pengetahuan materi pelajaran dikelompokkan menjadi pengetahuan isi umum, pengetahuan isi khusus dan pengetahuan pada cekrawala matematika. Adapun pengetahuan pedagogis dibedakan menjadi pengetahuan tentang konten dan peserta didik, pengetahuan tentang konten dan pengajaran serta pengetahuan tentang kurikulum. Thanheiser *et al* (2010) menyatakan bahwa calon guru perlu didorong untuk pengembangan pemahaman mendalam tentang matematika dengan persepsi menuju konsepsi matematika yang lebih luas yang mengintegrasikan pengetahuan konten khusus, termasuk koneksi terhadap pola pikir peserta didik dan kurikulum matematika dasar.

Pada penelitian Salwah *et al* (2020) menunjukkan bahwa tidak semua mahasiswa (calon guru) memiliki pengetahuan konten yang baik. Salwah *et al* (2020) merujuk pengetahuan konten matematika (*mathematics content knowledge*) pada pengetahuan faktual, pengetahuan konseptual dan pengetahuan prosedural. Hal senada juga dilaporkan dalam studi Poniam (2020) bahwa hanya 36% responden yang mampu menjawab 50% soal dengan benar. Dalam penelitiannya Poniam menggunakan soal yang terkait dengan *mathematics content knowledge* dan keterampilan mencakup bilangan dan operasinya, pengukuran, analisis data dan peluang. Di sisi lain *mathematics content knowledge* menurut Bournert *et al* (Poniam, 2020) merupakan aspek inti dari keterampilan profesional yang secara terstruktur mempengaruhi standar pengajaran guru dan pada akhirnya mempengaruhi kemajuan serta pencapaian belajar peserta didik.

Pada kajian yang berbeda (Sumarni *et al.*, 2019) *mathematics content knowledge* didefinisikan sebagai kemampuan untuk memberikan definisi dalam

matematika (pengetahuan), mewakili konsep matematika dengan benar (penerapan), dan mengaitkan konsep matematika yang berkaitan (penalaran).

c. Hubungan Antar *Hard Skills* dalam Pembelajaran Matematika

Kemampuan literasi matematis peserta didik memiliki hubungan dengan *hard skills* dalam pembelajaran matematika yang lainnya. Hal ini sebagaimana menurut Sukmawati (2018) dalam kajiannya menyatakan bahwa terdapat keterkaitan yang signifikan antara kemampuan literasi matematis terhadap kemampuan berpikir kritis. Hal ini senada dengan (Astuti, 2018; Maslihah *et al.*, 2020) bahwa kemampuan literasi matematika akan memacu peserta didik dapat memiliki kemampuan tingkat tinggi (*higher order thinking skills*). Lebih lanjut Maslihah *et al* menyatakan bahwa dalam literasi matematika, peserta didik menerapkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif secara menyeluruh dalam merumuskan dan memahami matematika dalam berbagai situasi, dengan tujuan mencapai kemahiran matematika pada level 6 yang paling tinggi.

Selanjutnya dalam kajian (Wu & Yang, 2022) menyimpulkan bahwa terdapat hubungan erat antara kemampuan matematika berpikir komputasional (CT), dan kemampuan pemecahan masalah. Hal senada juga dinyatakan (Rara *et al.*, 2022) bahwa kemampuan berpikir komputasional dan kemampuan pemecahan masalah merupakan dua hal yang saling terkait. Integrasi berpikir komputasional dan berpikir matematis dapat meningkatkan pembelajaran matematika, meskipun menurut Wu & Yang tugas-tugas yang mendukung integrasi ini perlu dikembangkan lebih lanjut untuk melibatkan pemikiran kreatif dan kritis.

Kemampuan berpikir kritis peserta didik secara signifikan dipengaruhi oleh kemampuan verbal dan kemampuan numeriknya (Irawan & Kencanawaty, 2017). Selanjutnya menurut Wulandari & Darminto (2016) kemampuan berpikir kreatif memiliki korelasi terhadap kemampuan pemahaman konsep matematis. Kemampuan berpikir kritis dan berpikir kreatif memiliki kekuatan hubungan yang kuat dengan kontribusi 52,42% (Mayarni & Yulianti, 2020). Kedua kemampuan ini dapat melatih peserta didik dalam membuat penalaran secara logis melalui argumen. Kemudian (Wulandari & Darminto, 2016; Wulandary & Araiku, 2021) menyatakan bahwa kemampuan peserta didik dalam berpikir kreatif memiliki hubungan dengan kemampuan pemecahan masalah. Hal ini sejalan dengan

(Delima, 2017) bahwa kemampuan berpikir matematis peserta didik memiliki hubungan yang signifikan terhadap kemampuan pemecahan masalah. Selain terhadap kemampuan berpikir matematis, kemampuan *problem solving* peserta didik juga memiliki hubungan signifikan dengan kemampuan komunikasi matematis (Pratama *et al.*, 2018).

Kemudian menurut (Noor & Ranti, 2019) kemampuan komunikasi matematis memiliki hubungan signifikan terhadap kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran matematika. Dalam pembelajaran matematika harus dapat mendorong pengembangan kemampuan berpikir kritis sekaligus kemampuan komunikasi matematisnya. Dalam penelitian lainnya, (Gunur *et al.*, 2019) menyatakan bahwa kemampuan komunikasi matematis peserta didik memiliki hubungan signifikan terhadap kemampuan numerik dan kemampuan spasial. Masing-masing memberikan sumbangan sebesar 20.9% dan 18.1%, serta secara simultan keduanya memberikan kontribusi sebesar 30.8% terhadap komunikasi matematis. Kemampuan komunikasi matematis juga memiliki hubungan signifikan dengan kemampuan koneksi matematis (Fajri & Antara Kemampuan, 2015). Dalam penelitian yang dilakukan (Hadiat & Karyati, 2019) dilaporkan bahwa kemampuan koneksi matematis mempunyai hubungan signifikan terhadap kemampuan penalaran matematis dengan kontribusi 23,27%.

Selain itu dalam literatur lainnya, (Qomariyah, 2017) menyatakan bahwa terdapat korelasi signifikan antara kemampuan komunikasi matematis dan kemampuan penalaran matematis terhadap prestasi belajar peserta didik. Kemampuan penalaran matematis secara signifikan berhubungan dengan kemampuan representasi matematis (Nurfitriyanti *et al.*, 2020). Meskipun menurut (Destiati & Yudhanegara, 2023) tidak terdapat hubungan signifikan antara kemampuan penalaran matematis dengan kemampuan berpikir kreatif peserta didik karena tidak ada indikator yang saling beririsan.

Berdasarkan literatur tersebut, dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan erat antara berbagai *hard skills* dalam pembelajaran matematika. Kemampuan literasi matematis peserta didik, yang mencakup pemahaman, penerapan, dan interpretasi matematika dalam berbagai konteks, memiliki peran penting dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis. Ini sesuai dengan penelitian yang

menunjukkan bahwa literasi matematis memacu peserta didik untuk mencapai kemampuan berpikir tingkat tinggi. Selain itu, integrasi berpikir komputasional dan berpikir matematis dapat meningkatkan pembelajaran matematika, meskipun diperlukan pengembangan tugas yang lebih holistik untuk melibatkan pemikiran kreatif dan kritis. Kemampuan berpikir kritis dan berpikir kreatif peserta didik memiliki hubungan kuat dan berkontribusi pada kemampuan pemecahan masalah matematis. Kemampuan komunikasi matematis juga berperan dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemahaman konsep matematis. Dalam konteks kemampuan penalaran matematis, ada hubungan positif dengan kemampuan representasi matematis, meskipun beberapa penelitian menunjukkan bahwa tidak ada hubungan signifikan dengan kemampuan berpikir kreatif. Hal ini menekankan pentingnya pengintegrasian berbagai aspek kemampuan ini dalam pembelajaran matematika untuk mencapai pemahaman yang lebih baik.

2.1.3 Meta-analisis

a. Pengertian Meta-analisis

Meta-analisis adalah teknik statistik yang digunakan untuk menggabungkan hasil-hasil dari beberapa penelitian kuantitatif yang telah dilakukan sebelumnya dengan tujuan untuk memperoleh kesimpulan yang lebih kuat dan akurat (Khan, 2020). Menurut Shahjahan Khan dalam meta-analisis, data dari beberapa studi dikumpulkan dan dianalisis secara bersama-sama untuk menghasilkan suatu estimasi efek yang lebih akurat. Lebih lanjut Khan menjelaskan bahwa meta-analisis sering digunakan dalam penelitian medis dan kesehatan untuk menggabungkan hasil-hasil dari beberapa studi yang telah dilakukan sebelumnya dan untuk menentukan apakah suatu intervensi atau pengobatan efektif atau tidak. Hal senada juga dijelaskan oleh Heri Retnawati *et.al* (2018) bahwa meta-analisis merupakan integrasi secara sistematis berbagai macam penelitian pada topik penelitian tertentu yang kemudian diolah dan digunakan untuk menyusun kesimpulan statistik. Heri Retnawati *et.al* juga menjelaskan bahwa meta-analisis selain dilakukan dalam bidang psikologi, sosial, kesehatan juga dilakukan dalam bidang pendidikan.

Menurut Rosdiana (2021) meta-analisis merupakan pendekatan sistematis yang melibatkan pengolahan beberapa penelitian kuantitatif yang telah ada dengan

topik relevan, untuk mencapai kesimpulan statistik yang akurat dalam bentuk ukuran efek (*effect size*). Menurut Sopiudin (Dahlan, 2019) meta-analisis perlu dibedakan dengan tinjauan pustaka (*literature review*) dan telaah sistematis (*systematic review*). Sopiudin menjelaskan bahwa dalam membedakan ketiga hal tersebut dapat dilihat dari metode dan teknik statistik. Dalam tinjauan pustaka tidak ditemukan keduanya baik metode maupun teknik statistik. Lebih lanjut Sopiudin menjelaskan metode diantaranya meliputi komponen latar belakang, pertanyaan, tujuan dan kriteria. Teknik statistik merupakan jenis analisis untuk menentukan efek gabungan penelitian. Dalam telaah sistematis memuat metode namun tidak dengan teknik statistik. Adapun dalam meta-analisis memuat keduanya baik metode juga teknik statistik. Hal ini senada dengan Khan (2020) bahwa perbedaan utama antara tinjauan sistematis dan meta-analisis adalah bahwa tinjauan sistematis hanya memberikan ringkasan temuan dari studi yang telah dilakukan sebelumnya, sedangkan meta-analisis melibatkan analisis statistik untuk menggabungkan hasil-hasil dari studi-studi tersebut. Selain meta-analisis, metode lainnya untuk mengintegrasikan beberapa hasil penelitian yang relevan yaitu meta-sintesis. Meta-sintesis adalah proses penggabungan dan analisis data kualitatif dari berbagai penelitian kualitatif yang telah ada untuk menciptakan pemahaman yang lebih dalam tentang suatu topik atau fenomena tertentu (Okditazeini & Irwansyah, 2018). Hal ini senada dengan (Musyawir, 2022) bahwa meta-sintesis digunakan untuk menggambarkan proses ini di mana temuan dari berbagai studi kualitatif digabungkan dan disintesis untuk menciptakan pemahaman yang lebih mendalam tentang suatu topik atau fenomena. Meta-sintesis sering digunakan dalam ilmu sosial, humaniora, dan ilmu kesehatan untuk menyusun ulang dan menyintesis temuan kualitatif dari beberapa penelitian menjadi satu kerangka konseptual yang lebih komprehensif. Dapat disimpulkan bahwa baik meta-analisis maupun meta-sintesis memiliki kegunaan dan aplikasi yang berbeda tergantung pada jenis data yang digunakan dan tujuan penelitian. Meskipun demikian, keduanya memberikan kontribusi penting dalam pengembangan pengetahuan dan pemahaman dalam berbagai bidang ilmu pengetahuan.

Dari penjelasan para ahli tersebut dapat disimpulkan bahwa meta-analisis adalah metode yang digunakan untuk menintegrasikan beberapa penelitian yang

relevan yang melibatkan teknik statistik dalam penarikan kesimpulannya. Dengan kata lain dapat disebutkan bahwa meta-analisis merupakan telaah sistematis yang memuat teknik statistik.

b. Langkah-langkah Meta-analisis

Menurut Elisabetta Crocetti (Rosdiana, 2021) langkah-langkah dalam meta-analisis adalah sebagai berikut : 1) menentukan pertanyaan penelitian, 2) merumuskan kriteria inklusi dan eksklusi, 3) menemukan literatur, 4) menentukan penelitian primer, 5) melakukan pengkodean, 6) menentukan ukuran efek setiap penelitian, 7) menentukan heterogenitas, 8) menentukan ukuran efek gabungan, 9) membuat analisis moderator, 10) menentukan *publication bias*, dan 11) membuat laporan hasil penelitian. Langkah-langkah yang dijelaskan oleh Elisabetta Crocetti tersebut menggambarkan sebagai suatu proses yang komprehensif dalam melakukan meta-analisis.

Adapun langkah-langkah meta-analisis menurut Shahjahan Khan (2020) terdapat 8 langkah dalam meta-analisis yaitu identifikasi topik penelitian, seleksi studi, ekstraksi data, analisis data, interpretasi hasil, evaluasi kualitas studi, pelaporan hasil dan evaluasi kebijakan. Pada langkah terakhir yaitu dengan melakukan evaluasi kebijakan yang terkait dengan hasil meta-analisis dan menyusun rekomendasi untuk tindakan selanjutnya. Senada dengan langkah-langkah meta-analisis menurut David B. Wilson dan George A. Kelley (Merriyana, 2006) yaitu menetapkan masalah atau topik, menentukan periode penelitian yang menjadi sumber data, menemukan penelitian yang relevan, membaca judul dan abstrak studi, memfokuskan pada masalah dan metodologi penelitian, membuat kategorisasi setiap penelitian, membandingkan hasil penelitian-penelitian sesuai kategori, membuat analisis kesimpulan yang ditemukan dengan analisis data dan terakhir menarik kesimpulan penelitian meta-analisis. Rosa Merriyana (2006) menambahkan pada langkah analisis data beberapa hal yang dapat dilakukan dalam meta-analisis adalah membuat analisis ukuran efek setiap studi berdasarkan media pembelajaran yang digunakan, jenis klasifikasi media yang digunakan dan menganalisis hubungan antar variabel berdasar ukuran efek dari setiap studi.

Langkah-langkah utama dalam meta-analisis juga dijelaskan Heri Retnawati *et.al.* (2018) yaitu menentukan pertanyaan penelitian yang akan

dilakukan, menentukan dan mengumpulkan studi-studi dan hasil penelitian yang relevan sebagai bahan meta-analisis, melakukan pengkodean, menentukan nilai ukuran efek (*effect size*) dan membuat laporan hasil analisis. Dalam hal pengkodean diperlukan ketika peneliti membutuhkan informasi tambahan untuk menginterpretasikan hasil meta-analisis.

Guna menilai dampak pembelajaran matematika melalui model pembelajaran berbasis proyek, perhitungan *effect size* menjadi sangat penting dalam memetakan dan menganalisis pengaruh yang terlibat dalam proses pembelajaran tersebut terhadap *hard skills* dalam matematika. Menurut Ellis (Crocetti, 2016) *effect size* adalah parameter ukuran efek yang sedang diinvestigasi, mampu merepresentasikan perbedaan antara dua kelompok (seperti kelompok intervensi dan kontrol, kelompok gender, kelompok usia, dll.) atau kekuatan hubungan antara dua variabel. Pendapat serupa diungkapkan oleh Retnawati, et. al (2018), yang menjelaskan bahwa *effect size* berperan sebagai indeks kuantitatif untuk merangkum hasil meta-analisis, mencerminkan seberapa besar hubungan antar variabel. Dengan menentukan *effect size* dari setiap penelitian, kita dapat secara menyeluruh dalam menemukan dan mengevaluasi sejauh mana pengaruh suatu metode pembelajaran proyek terhadap *hard skills* dalam pembelajaran matematika.

Berdasarkan pendapat-pendapat diatas disimpulkan bahwa langkah-langkah meta-analisis adalah sebagai berikut:

- 1) Penentuan pertanyaan penelitian yaitu menentukan pertanyaan penelitian yang akan diselesaikan dengan meta-analisis.
- 2) Perumusan kriteria inklusi dan eksklusi yaitu menetapkan kriteria yang akan digunakan dalam memilih studi yang menjadi bahan meta-analisis.
- 3) Pencarian studi yang relevan yaitu mencari dan mengumpulkan studi yang relevan dengan topik penelitian
- 4) Seleksi studi yaitu mengevaluasi dan memilih studi yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi untuk dimasukkan dalam meta-analisis.
- 5) Ekstraksi data yaitu melakukan pengkategorian studi-studi yang terseleksi berdasarkan kriteria atau kode-kode yang sudah ditentukan.

- 6) Analisis data yaitu melakukan analisis statistik terhadap data yang telah diekstrak termasuk didalamnya menentukan nilai ukuran efek juga interval kepercayaan.
- 7) Interpretasi hasil yaitu melakukan interpretasi hasil analisis statistik dan menarik kesimpulan tentang ukuran efek yang dihasilkan.
- 8) Evaluasi kualitas studi yaitu melakukan evaluasi kualitas dan resiko bias dari studi yang di meta-analisiskan.
- 9) Pelaporan hasil yaitu menyusun laporan hasil secara jelas dan transparan terkait metode, hasil analisis dan kesimpulan meta-analisis.

Dalam melakukan meta-analisis langkah-langkah tersebut dilakukan secara sistematis dan juga menggunakan model statistik meta-analisis yang tepat.

Selanjutnya evaluasi bias publikasi memegang peranan penting dalam proses meta-analisis, karena dapat mengancam keabsahan kesimpulan yang dihasilkan dari tinjauan sistematis dengan metode meta-analisis. Menurut Rothstein *et al.* (Crocetti, 2016) publikasi bias merujuk pada istilah yang digunakan untuk menggambarkan kondisi yang terjadi saat studi yang dipublikasikan secara sistematis tidak sama dari penelitian yang tidak dipublikasikan atau grey literature. Kondisi demikian menurut Dickersin (Crocetti, 2016) sangat mungkin terjadi karena pada faktanya hasil penelitian akan dipublikasikan atau tidak (termasuk didalamnya dipublikasikan pada jurnal yang dapat diakses dengan mudah atau tidak) berdasarkan tingkat signifikansi statistik yang ditemukan. Senada dengan Thornton & Lee (Basu, 2017) bahwa sebuah penelitian lebih mungkin dipublikasikan dan diidentifikasi pada studi dengan sampel besar dan melaporkan hasil yang positif dibandingkan studi sampel kecil dan hasil temuan yang negatif dan ambigu. Oleh karena itu, penting untuk melaksanakan langkah-langkah evaluasi guna menilai sejauh mana dampak publikasi bias tersebut, Menurut Crocetti *et al* (2016) terdapat tiga kategori dampak publikasi bias yaitu kategori minimal yaitu studi yang tidak dimasukkan tidak akan mengubah hasil meta-analisis, kategori sedang yaitu studi yang tidak dimasukkan hanya akan sedikit mengubah hasil dan kategori besar yaitu penelitian yang tidak dimasukkan akan mengubah hasil secara substansial.

Beberapa faktor yang diduga menjadi penyebab publikasi bias melibatkan kurangnya motivasi peneliti untuk mengirimkan hasil penelitian dengan hipotesis

null (tanpa efek signifikan) atau negatif (efek signifikan tetapi berlawanan dengan harapan teori umum). Selain itu, proses seleksi dari pihak jurnal, seperti editor atau reviewer, dapat cenderung menolak atau kurang menerima hasil penelitian semacam itu, lebih memprioritaskan hasil yang signifikan secara positif. Menurut Arindam Basu (2017), publikasi bias dapat disebabkan oleh preferensi editor untuk memilih studi dengan temuan menarik, dukungan finansial untuk studi yang besar dengan temuan positif, keengganan peneliti untuk mempublikasikan studi kecil dengan temuan ambigu atau kurang menarik, serta penundaan penerbitan studi yang lebih kecil sehingga tidak terlihat saat pencarian artikel. Terdapat beberapa metode dalam mendeteksi masalah bias publikasi. Dalam penelitian ini menggunakan empat metode yaitu Funnel plot, Uji Regresi Egger, Uji Rank Correlation, dan Fail Safe N. Menurut (Siegel *et al.*, 2021) sebuah studi meta-analisis terindikasi bias publikasi yang besar apabila minimal lima dari sembilan (55%) hasil metode menunjukkan bias publikasi.

Menurut Sterne & Egger (Crocetti, 2016) funnel plot merupakan sebuah alat grafis yang digunakan untuk mengevaluasi kemungkinan adanya bias publikasi dalam suatu meta-analisis. Alat ini pertama kali diperkenalkan oleh Light dan Pillemer pada tahun 1985 (Bax *et al.*, 2009). Funnel plot menggambarkan perkiraan ukuran efek dari setiap studi dalam meta-analisis terhadap suatu ukuran ketelitian atau presisi dari masing-masing studi, biasanya dengan menggunakan kesalahan standar. Plot ini membantu melihat apakah ada pola tertentu dalam distribusi efek studi-studi tersebut, yang dapat mengindikasikan adanya bias publikasi. Sumbu x (absis) pada Funnel plot merupakan ukuran efek setiap studi dan sumbu y (ordinat) adalah standar error ukuran efeknya. Standar Error terkecil (studi dengan n terbesar) diletakkan pada bagian atas sumbu y dan sebaliknya (Basu, 2017).

c. Model-Model Statistik Meta-Analisis

Dalam melakukan meta-analisis, peneliti perlu mengidentifikasi jenis variabel hasil yang terlibat, menentukan ukuran efek, memilih model statistik yang tepat, melakukan meta-analisis menggunakan aplikasi statistik dan menginterpretasikan hasil meta-analisis. Pemilihan model statistik meta-analisis yang tepat sangat penting untuk menghasilkan estimasi (kesimpulan) yang akurat

dan valid. Shahjahan Khan (2020) mengklasifikasikan model statistik meta-analisis menjadi tiga jenis sebagai berikut :

1. Model *Fixed Effect (FE)*

Model ini digunakan ketika ukuran efek dalam semua studi homogen dan tidak terdapat heterogenitas dalam data. Model ini mengasumsikan bahwa variasi yang terlihat dalam ukuran efek hanya disebabkan oleh fluktuasi acak dalam setiap studi.

2. Model *Random Effects (REs)*

Model ini digunakan ketika terdapat heterogenitas antara studi dan juga di dalam studi yang dimeta-analisiskan. Model ini mengasumsikan adanya variansi antara studi yang bersifat acak dan adanya variasi di dalam setiap studi.

3. Model *Inverse Variance Heterogeneity (IVhet)*

Model ini merupakan pendekatan terbaru yang tidak memerlukan asumsi yang cenderung tidak realistis seperti model REs dalam mengatasi heterogenitas. Model ini menggabungkan informasi dari ukuran efek dan variansi dalam setiap studi dengan menggunakan metode inversi varians.

Sangat penting mengetahui variasi antarpelitian karena hal ini menjadi pertimbangan dalam menentukan model statistik yang akan digunakan dalam meta-analisis. Sopiyyudin (Dahlan, 2019) menjelaskan bahwa apabila antarstudi tidak terdapat variasi atau homogen, maka model analisis yang tepat adalah *fixed effect model*. Adapun sebaliknya, apabila antarstudi bervariasi atau heterogen, maka *random effect model* tepat digunakan. Hal ini senada dengan Borenstein *et.al* (Retnawati *et al.*, 2018) yang menjelaskan model *Fixed Effect (FE)* digunakan apabila populasi studi yang dianalisis diyakini bahwa semua studi identik (setara) secara fungsional dan tujuan analisis hanya untuk menyimpulkan ukuran efek pada populasi yang teridentifikasi bukan untuk mengeneralisasi dalam skala yang lebih luas. Adapun *Random Effect (REs)* menurut Borenstein *et.al* dapat digunakan ketika populasi studi yang dianalisis berbeda secara fungsional yang merupakan akibat dari perlakuan yang dilakukan karena perbedaan karakteristik sampel yang diuji, dan bagaimana sampel diterapkan perlakuan.

2.2 Hasil Penelitian yang Relevan

Beberapa penelitian yang relevan dengan penelitian meta-analisis telah banyak dilakukan antara lain:

Penelitian meta-analisis yang dilakukan (Fahrezi *et al.*, 2020) dengan judul **Meta-Analisis Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran IPA Sekolah Dasar**. Meta-analisis tersebut dilakukan terhadap 10 sample artikel dari tahun 2015-2019 dari jurnal ilmiah bereputasi dan terindeks nasional yang mengkaji pengaruh model *project-based learning* dalam pembelajaran IPA. Temuan pada studi ini menyatakan bahwa model *Project Based Learning* dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik pada mata pelajaran IPA Sekolah Dasar. Hal tersebut dilihat dari nilai t hitung = $-5,105 < t$ tabel = 2.262 juga nilai p -value = $0.001 < 0.005$.

Selanjutnya penelitian oleh (Damanik *et al.*, 2021). Dalam studi yang berjudul **Meta-Analisis Pengaruh Model Pembelajaran Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa** ini diperoleh bahwa penelitian yang memiliki nilai ukuran efek terbesar adalah penelitian yang menerapkan model pembelajaran *Project Based Learning* dengan ukuran efek 0.875 . Hal ini berarti model PjBL merupakan model pembelajaran terbaik untuk peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis peserta didik. Meta-analisis dilakukan terhadap 10 studi yang memenuhi kriteria publikasi tahun 2012 sampai tahun 2021.

Kajian meta-analisis lainnya yang berkaitan dengan model pembelajaran *Project Based Learning* adalah yang dilakukan oleh (Christian, 2021) dengan judul **Meta-Analisis Model Pembelajaran Project Based Learning terhadap Kreativitas dan Hasil Belajar Siswa di Sekolah Dasar**. Penelitian ini mengintegrasikan 20 artikel yang mengkaji penggunaan model PjBL pada tingkat Sekolah Dasar dari tahun 2014 hingga 2021. Dalam penelitian ini diperoleh nilai ukuran efek sebesar 1.063 yang artinya model PjBL berpengaruh sangat besar dalam meningkatkan kreativitas dan hasil belajar peserta didik Sekolah Dasar.

Penelitian meta-analisis lainnya dilakukan adalah tentang pengaruh *Project Based E-Learning* terhadap kemampuan pemecahan masalah (Larasati, 2022). Meta-analisis dengan judul **Meta-Analisis Pengaruh Project Based E- Learning Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah** dilakukan terhadap 15 artikel

tentang *project-based e-learning* dari semua mata pelajaran dan semua jenjang pendidikan dari rentang tahun 2019-2021. Hasil studi menunjukkan bahwa pembelajaran *Project Based E-Learning* sangat efektif diterapkan untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dengan ukuran efek 0.632.

Adapula penelitian meta-analisis yang dilakukan (Yunita *et al.*, 2021) yang berjudul **Studi Meta-Analisis: Efektivitas Model Project-Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa**. Penelitian ini mengkaji efektivitas model pembelajaran *Project Based Learning* terhadap kemampuan berpikir kreatif matematis peserta didik. Meta-analisis dilakukan terhadap 12 studi pada rentang tahun 2014 sampai 2020 dari 35 studi yang terkumpul. Hasil studi menunjukkan ukuran efek secara keseluruhan studi yang disintesis sebesar 1.190. Hal ini menunjukkan bahwa PjBL berdampak terhadap kemampuan berpikir kreatif matematis peserta didik.

Pada tahun 2021 juga telah dilakukan penelitian meta-analisis tentang meta-analisis model pembelajaran *Project Based Learning* (Syarifah *et al.*, 2021) dengan judul **Meta-Analisis: Model Pembelajaran Project Based Learning**. Meta-analisis tersebut dilakukan terhadap 10 hasil penelitian penggunaan PjBl pada jenjang SMP dan SMA yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi pada rentang publikasi tahun 2015 sampai 2021. Hasil studi menunjukkan bahwa model PjBL berpengaruh terhadap kemampuan matematis, khusus nya pada kemampuan pemecahan masalah sebanyak 91%. Ditinjau dari penggunaan media pembelajarannya diperoleh ukuran efek 1.02 dan 0.78. jika ditinjau dari jenjang pendidikannya, jenjang SMP dan SMA memberikan ukuran efek sedang. Ukuran efek jenjang SMP adalah 0.75 dan jenjang SMA adalah 0.65

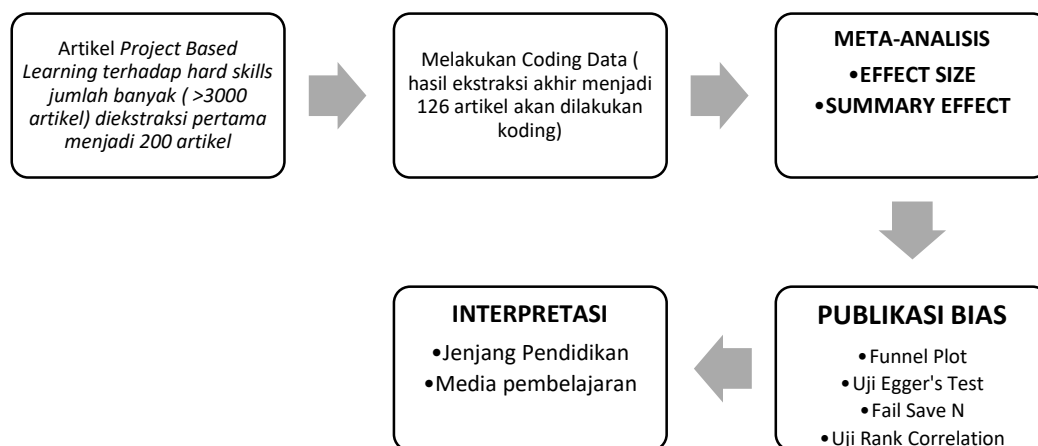
Selanjutnya penelitian tahun 2023 tentang pengaruh model pembelajaran berbasis proyek terhadap kemampuan matematis siswa (Sihombing & Susilowaty, 2023). Penelitian ini dilakukan terhadap 22 artikel yang dipublikasi tahun 2015 hingga 2022 dari 60 studi yang dikumpulkan. Meta-analisis yang dilakukan untuk melihat besarnya pengaruh pembelajaran berbasis proyek terhadap kemampuan pemahaman matematis, berpikir kritis, koneksi matematis, berpikir kreatif, komunikasi matematis, dan pemecahan masalah pada jenjang SD hingga Mahasiswa. Hasil penelitian menunjukkan model pembelajaran berbasis proyek

terhadap kemampuan matematis siswa secara keseluruhan pengaruhnya sangat besar ($effect\ size = 1,32$), pengaruhnya pada komponen kemampuan matematis berefek sangat besar pada komponen kemampuan pemahaman matematis ($effect\ size = 2,05$), terhadap jenjang pendidikan memiliki efek sangat besar di tingkat mahasiswa ($effect\ size = 1,52$), dan pada komponen materi ajar efeknya sangat besar untuk materi aljabar ($effect\ size = 3,93$). Namun dalam penelitian ini tidak dilaporkan terkait bias publikasinya.

Berdasarkan penelitian meta-analisis yang ada, variabel terikat yang diteliti adalah kemampuan pengetahuan. Noveltynya penelitian ini adalah mengkaji pengaruh *Project Based Learning* terhadap *hard skills* dalam pembelajaran matematika yang dilakukan terhadap hasil studi yang dipublikasikan pada rentang tahun 2015 hingga 2023 pada jurnal berreputasi dan terindeks *Crossreff*, *Shinta* atau *Scopus* baik dengan subjek penelitian dari dalam maupun luar Indonesia sebanyak 126 penelitian. *Hard skills* dalam pembelajaran matematika pada penelitian ini mencakup 13 kemampuan matematis. Juga variabel-variabel moderator yang mempengaruhi yaitu jenjang pendidikan dan media pembelajaran yang digunakan. Kebaruan lainnya dari penelitian ini adalah terkait bias publikasi yang menjadi salah satu kajian.

2.3 Kerangka Berpikir

Penelitian meta-analisis dilakukan untuk mengukur besaran pengaruh yang diperoleh pada model *Project Based Learning* terhadap *hard skills* dalam pembelajaran matematika pada peserta didik tingkat dasar hingga perguruan tinggi dari penelitian-penelitian sebelumnya. Dengan dilakukan penelitian meta-analisis dibutuhkan adanya *effect size* atau ukuran efek yang dihasilkan guna mengetahui bagaimana pengaruh model pembelajaran *Project Based Learning* terhadap *hard skills* dalam pembelajaran matematika secara keseluruhan dapat berpengaruh baik atau sebaliknya. Serta diinterpretasikan berdasarkan jenjang pendidikan dan media yang digunakan. Secara visual kerangka berpikir pada studi ini dapat dilihat pada **Gambar 2.1** sebagai berikut.



Gambar 2. 1 Kerangka Berpikir

Pada tahap persiapan, peneliti menetapkan domain sesuai dengan variabel terikat dan variabel bebasnya. *Hard skills* dalam pembelajaran matematika sebagai variabel terikat dan model pembelajaran *Project Based Learning* sebagai variabel bebasnya. Kemudian dilakukan penetapan kriteria penelitian yang di sintesis antara lain bentuk publikasi berupa laporan penelitian secara digital seperti prosiding, skripsi, tesis, artikel ilmiah pada jurnal di Indonesia atau internasional, tahun publikasi pada rentang delapan tahun terakhir yaitu 2015 hingga 2023 hal ini dikarenakan masih sedikit penelitian meta-analisis dengan sumber data pada rentang tahun tersebut dan di Indonesia penerapan PjBL dalam pembelajaran matematika mulai banyak digunakan pada rentang tahun tersebut bersamaan dengan dilaksanakan kurikulum 2013 dan kurikulum merdeka.

Tahap pelaksanaan mencakup pencarian dan pengumpulan laporan-laporan penelitian yang terpublikasi kemudian membuat pengklasifikasian meliputi nama peneliti, tahun penelitian, judul penelitian, jenjang pendidikan yang diteliti, desain penelitian, cara pengambilan dan jumlah sample yang digunakan, analisis statistik yang digunakan, menentukan ukuran efek setiap studi yang disintesis, menganalisis nilai rata-rata dan standar deviasi juga hasil uji statistiknya, menganalisis hubungan antar variabel, menentukan *summary effect*, *forest plot*, *funnel plot* dan publikasi bias.

Pada tahap analisis data, peneliti menganalisis ukuran efek berdasarkan jenjang pendidikan, materi pembelajaran, dan media pembelajaran yang digunakan.

Selain menganalisis ukuran efek, peneliti juga akan menganalisis ketiganya dengan model *Project Based Learning*.

2.4 Hipotesis

Hipotesis adalah merupakan suatu dugaan awal yang perlu diuji dan dibuktikan kebenarannya. Berdasarkan rumusan masalah yang ada, maka hipotesis penelitian ini sebagai berikut:

- a. Model PjBL memiliki ukuran efek besar terhadap *hard skills* dalam pembelajaran matematika dari keseluruhan studi yang disintesis.
- b. Terdapat ukuran efek yang besar penerapan PjBL terhadap *hard skills* dalam pembelajaran matematika yang ditinjau dari jenjang pendidikan pada keseluruhan studi yang disintesis.
- c. Terdapat ukuran efek yang besar penerapan PjBL terhadap *hard skills* dalam pembelajaran matematika yang ditinjau dari penggunaan media pembelajaran yaitu media digital, manual dan non-media, berdasarkan keseluruhan studi yang disintesis.