



Kajian Teori: Kemampuan Berpikir Kritis Matematis dan Disposisi Matematis Siswa dalam Model *Project Etnosains and Mathematics Problem Posing*

Bayu Murti Suryonegoro^{a,*}, Wardono Wardono^b, Bambang Eko Susilo^{b,c}

^a Universitas Negeri Semarang, Gunungpati, Semarang, 50229, Indonesia

^{b,c} Dosen Universitas Negeri Semarang, Gunungpati, Semarang, 50229, Indonesia

* Alamat Surel: bayusuryonegoromat25@students.unnes.ac.id

Abstrak

Kemampuan berpikir kritis perlu dipersiapkan pemerintah sebagai salah satu keterampilan utama dalam kerangka keterampilan abad ke-21 bersama dengan kemampuan memecahkan masalah, berkreasi dan berinovasi, serta berkomunikasi dan kolaborasi, serta sesuai dengan salah satu bidang unggulan dalam Rencana Induk Riset Nasional (RIRN) 2017-2045 yakni Kajian Sosial Humaniora Pembangunan Sosial Budaya dan pencapaian Rencana Strategis Penelitian Universitas Negeri Semarang 2020-2024 serta indikator SDGs tentang mendapatkan pendidikan yang layak serta membangun ekosistem inovasi pembelajaran berbasis digital learning dalam mendorong industri, inovasi, dan infrastruktur (Industry, Innovation, and Infrastructure). Pembelajaran matematika diupayakan sebagai salah satu usaha dalam rangka pengembangan kemampuan berpikir kritis matematis. Perilaku dan pembelajaran matematika yang dilakukan oleh siswa dalam proses pengembangan kemampuan berpikir kritis dapat dipengaruhi oleh disposisi matematis yang dimiliki oleh seorang siswa sebagaimana penguasaan konten matematika mempengaruhinya. Akan tetapi, ditemukan fakta bahwa kemampuan berpikir kritis dan aspek disposisi matematis siswa masih sangat rendah, sehingga memerlukan solusi salah satunya melalui pengembangan model pembelajaran. Salah satu model pembelajaran dengan karakteristik berpusat pada siswa yang dirancang untuk mengatasi beberapa permasalahan di atas adalah model *Project Etnosains and Mathematics Problem Posing*. (PEMPP). Berdasarkan hasil kajian teori didapatkan fakta bahwa model PEMPP memberikan efek yang signifikan terhadap pengembangan kemampuan berpikir kritis dan disposisi matematis siswa, sehingga dirasa perlu dilakukan penelitian lebih lanjut secara kualitatif maupun kuantitatif untuk memperkuat proses pengembangan tahap selanjutnya. Selain itu, perlu juga dilakukan tahap pengembangan secara khusus dalam hal perangkat pembelajaran maupun media terkait dengan model PEMPP khususnya pada pengembangan kemampuan berpikir kritis dan disposisi matematis siswa dalam pembelajaran matematika.

Kata kunci:

Kemampuan Berpikir Kritis Matematis, Project, Etnosains, Mathematics, Problem Posing.

© 2026 Dipublikasikan oleh Jurusan Matematika, Universitas Negeri Semarang

1. Pendahuluan

Kemampuan berpikir kritis perlu dipersiapkan pemerintah sebagai salah satu keterampilan utama dalam kerangka keterampilan abad ke-21 bersama dengan kemampuan memecahkan masalah, berkreasi dan berinovasi, serta berkomunikasi dan kolaborasi. Pembelajaran matematika diupayakan sebagai salah satu usaha dalam rangka pengembangan kemampuan berpikir kritis matematis. Hal ini diwujudkan pemerintah Indonesia melalui Permendiknas Nomor 22 tahun 2006 yang mengatur Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar Kurikulum 2006 yang menyatakan bahwa semua siswa dari tingkat dasar perlu untuk diberi pembelajaran matematika dalam rangka memberi bekal mereka dengan beberapa

To cite this article:

Suryonegoro, B.M., Wardono, W., & Susilo, B.E. (2026). Kajian Teori: Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa dalam Model *Project Etnosains and Mathematics Problem Posing*. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika* 9, 184-204

kemampuan, salah satu diantaranya adalah kemampuan berpikir kritis matematis. Hal ini juga sejalan dengan pendapat dari Ratna et al. (2020); Anjariyah et al. (2018) yang menjelaskan bahwa kemampuan berpikir kritis matematis penting untuk dikembangkan karena keduanya merupakan satu kesatuan yang tidak dapat terpisahkan karena matematika dapat dipahami melalui berpikir kritis sedangkan berpikir kritis dapat dilatih melalui serangkaian proses dalam pembelajaran matematika. Selain itu, penelitian lain yang dilakukan oleh Su et al. (2016) juga menyatakan bahwa berpikir kritis matematis sangat penting dikembangkan dan dapat meminimalisir terjadinya kesalahan saat menyelesaikan permasalahan, sehingga pada akhirnya akan diperoleh suatu penyelesaian dengan kesimpulan tepat serta valid. Hal ini kembali dikuatkan oleh pendapat dari Aktaş & Ünlü, (2013) bahwa kemampuan berpikir kritis matematis merupakan salah satu kemampuan yang sangat penting dikembangkan, karena membantu seseorang untuk berpikir rasional dalam menemukan solusi alternatif dari suatu permasalahan. Hal ini juga sesuai dengan salah satu bidang unggulan dalam Rencana Induk Riset Nasional (RIRN) 2017-2045 yakni Kajian Sosial Humaniora Pembangunan Sosial Budaya berkaitan dengan Kebijakan dan sosial humaniora. Kajian ini juga sesuai dengan pencapaian Rencana Strategis Penelitian Universitas Negeri Semarang 2020-2024 yakni menghasilkan dan penyebarluasan karya-karya ilmu pengetahuan dan teknologi bereputasi dunia yang berwawasan konservasi serta mewujudkan pendidikan dan pembelajaran yang cemerlang, dan indikator SDGs tentang mendapatkan pendidikan yang layak serta membangun ekosistem inovasi pembelajaran berbasis digital learning dalam mendorong industri, inovasi, dan infrastruktur (Industry, Innovation, and Infrastructure).

Perilaku dan pembelajaran matematika yang dilakukan oleh siswa dalam proses pengembangan kemampuan berpikir kritis dapat dipengaruhi oleh disposisi matematis yang dimiliki oleh seorang siswa sebagaimana penguasaan konten matematika mempengaruhinya (Boaler, 1997; Gainsburg, 2007; NCTM, 2007). Disposisi matematis yang dimiliki seseorang memperlihatkan sifat atau kebiasaan orang tersebut dalam: (1) konsep diri dalam menerapkan matematika, menyelesaikan masalah, bernalar dan berkomunikasi; (2) fleksibilitas dalam mencari ide matematis maupun alternatif solusi suatu masalah; (3) kerajinan, minat, maupun rasa ingin tahu terhadap matematika; (4) kecenderungan dalam melakukan monitor, merefleksi kinerja maupun hasil penalarannya; (5) mengevaluasi aplikasi matematika pada situasi matematika yang lain maupun kaitannya dalam kehidupan sehari-hari; (6) apresiasi terhadap peran budaya dan nilai matematika maupun peran matematika menjadi alat dan bahasa (Polking, 1998; Kusmaryono et al., 2019; Huda et al., 2021; Altan et al., 2019).

Perhatian pemerintah akan aspek kemampuan berpikir kritis dan kecerdasan emosional pada jenjang pendidikan di sekolah melalui Standar Nasional Pendidikan Indonesia harus memenuhi tiga standar kompetensi yakni pengetahuan, keterampilan, dan psikomotorik. Selain itu, hal ini juga didukung oleh pendapat bahwa pengembangan kemampuan berpikir kritis siswa sekaligus disposisi matematisnya saat ini menjadi fokus dalam perkembangan pendidikan masa kini. Akan tetapi, fakta di lapangan juga menunjukkan bahwa sebetulnya kemampuan berpikir kritis matematis siswa memang masih sangat rendah. Hasil penelitian TIMSS menunjukkan bahwa Indonesia menempati peringkat terbawah, yakni peringkat ke-35 dari 46 negara pada TIMSS 2003, peringkat ke-36 dari 49 negara pada TIMSS 2007, peringkat ke-38 dari 42 negara pada TIMSS 2011, dan peringkat ke-45 dari 50 negara pada TIMSS 2015 (Hadi, 2019). Hal ini juga diperkuat dengan hasil penelitian PISA 2015 yang menyebutkan bahwa Indonesia berada pada ranking 63 dari 70 negara anggota PISA dengan skor 386 dari rata-rata skor 490, sehingga hal ini mengindikasikan kemampuan siswa untuk menyelesaikan soal berpikir tingkat tinggi termasuk berpikir kritis matematis relatif masih sangat rendah (OECD, 2016). Selain itu, fakta di lapangan juga menunjukkan bahwa permasalahan utama dalam pembelajaran matematika selalu berkaitan dengan pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi utamanya kemampuan berpikir kritis matematis yang masih sangat rendah, sehingga memunculkan efek pengiring terhadap kurang optimalnya penyerapan kemampuan kognitif siswa dalam proses pelaksanaan pembelajaran di dalam kelas (Sachdeva & Eggen, 2021; Dolapcioglu & Doganay, 2022).

Selain itu, berdasarkan beberapa penelitian terdahulu ditemukan fakta bahwa aspek disposisi matematis siswa masih sangat rendah, hal ini disebabkan karena siswa masih kurang percaya diri,

memiliki minat dan rasa ingin tahu yang kurang, ketekunan yang kurang, serta tingkat kecemasan yang tinggi dalam pembelajaran matematika di dalam kelas. Hal ini ditegaskan kembali oleh Sugiyanti & Prasetyowati, (2017) yang menunjukkan bahwa ketika seorang siswa mendapatkan sebuah permasalahan matematis mereka masih ragu-ragu tetapi yakin dapat menyelesaikannya, tetapi juga ada siswa yang sejak awal menerima lembar kerja yang berisi permasalahan merasa tidak yakin akan dapat dengan mudah menyelesaikannya sehingga dilanda kecemasan. Selain itu, terdapat pula siswa yang memiliki rasa ingin tahu yang cukup tinggi, tetapi terdapat pula siswa dengan rasa ingin tahu rendah dan meragukan apakah mereka dapat melewati materi pembelajaran tersebut, terdapat pula siswa yang tekun dan rajin, tetapi sebaliknya terdapat pula siswa yang tidak rajin dan tekun karena tidak menyukai materi tersebut dan merasa bahwa materi pembelajaran tersebut tidak penting bagi dirinya, sehingga terdapat pemikiran bahwa tugas-tugas yang diberikan terlalu sulit serta tidak relevan dengan kebutuhannya dalam kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu, beberapa kondisi disposisi matematis siswa ini memerlukan upaya pengembangan agar mendukung prestasi belajar, memecahkan masalah maupun mengatasi kesulitan belajarnya.

Salah satu model pembelajaran dengan karakteristik berpusat pada siswa yang dirancang untuk mengatasi beberapa permasalahan di atas adalah model *Project Ethnosains and Mathematics Problem Posing*. Pembelajaran berbasis proyek dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis matematis menekankan pada proses pembelajaran yang menggabungkan beberapa konsep baik dari segi pengetahuan, dan disiplin ilmu (Junisbayeva, 2020). Selain itu, model pembelajaran berbasis proyek juga diharapkan mampu memberikan stimulasi terhadap proses penemuan, kerjasama tim, keaktifan siswa, dan pemikiran reflektif yang mendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis matematis lebih baik (Wei et al. 2024; Cortazar et al. 2021). Selain itu, model pembelajaran berbasis proyek menawarkan manfaat yang jelas dibandingkan strategi pengajaran yang lebih konvensional seperti pembelajaran kooperatif atau *discovery learning* karena secara aktif melibatkan siswa dalam setiap proses pembelajaran dengan menugaskan mereka proyek yang membutuhkan investigasi, analisis, dan pemecahan masalah sehingga mampu menstimulasi pengembangan kemampuan berpikir kritis matematis siswa (Sasson et al. 2018; Pratiwi & Setyaningtyas, 2020). Selain itu, model pembelajaran berbasis proyek menawarkan analisis secara mendalam proses pembelajaran yang menjembatani proses penguatan aspek disposisi matematis dan keterampilan kognitif tingkat tinggi (berpikir kritis matematis) secara simultan (Li et al., 2025; Yang et al., 2025; Muir et al., 2016; Sugeng et al., 2020).

Pendekatan etnosains dalam pembelajaran berbasis proyek juga diharapkan mendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis matematis siswa ke arah yang lebih baik. Hal ini sejalan dengan pendapat bahwa pendekatan etnosains dalam pembelajaran berbasis proyek membuat siswa memperoleh pengalaman bermakna pada setiap proses pembelajarannya, karena terdapat stimulasi antara aspek budaya lokal dan sains sehingga siswa lebih kritis untuk mengembangkan proses penyelesaian permasalahan dengan menggabungkan budaya, sains, dan teknologi di dalamnya (Arfianawati & Sumarni, 2016; Nur et al. 2017). Sejalan dengan hal ini, Dewi et al. (2021) juga menjelaskan bahwa etnosains mendorong guru sebagai praktisi pendidikan dan siswa mengajarkan suatu penyelesaian permasalahan yang berlandaskan pada budaya, kearifan lokal, dan permasalahan nyata dalam masyarakat, sehingga siswa menjadi lebih kritis dalam memahami serta mengaplikasikan sains, matematika, dan budaya dalam satu konteks pemecahan masalah matematis. Selain itu, pembelajaran berbasis etnosains tidak hanya memperkuat pemahaman konsep, tetapi juga membangun sikap dan keterampilan berpikir tingkat tinggi yang saling mendukung dalam pembelajaran matematika termasuk di dalamnya adalah disposisi matematis (Verawati et al., 2025; Atmojo et al., 2025).

Selain itu, model pembelajaran berbasis proyek juga didesain dengan mengintegrasikan strategi *Mathematics Problem Posing* (MPP) di dalamnya untuk mengaktifkan siswa dengan pengajuan masalah. Hal ini dikuatkan dengan pendapat bahwa kemampuan berpikir kritis matematis dapat dikembangkan melalui penerapan MPP (Silver, 2013). MPP ini dinilai tepat jika digabungkan dengan model pembelajaran berbasis proyek utamanya dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis matematis karena terdapat aktivitas siswa yang dirancang melalui fase *accepting* dan fase *choosing a starting point*

dan *listing atributes*, di mana siswa diminta mengamati, memahami, mengaitkan materi yang berkaitan dengan masalah atau proyek matematis, kemudian berdiskusi, serta mendaftar sifat-sifat/atributnya sehingga mampu memberikan peluang kepada siswa dalam menganalisis masalah dan menyimpulkan atau memberikan argumen logis hasil analisis. Selain itu, aktivitas siswa dalam fase *challenging*, tahap *What-if-not-ing* dan *question asking or problem posing*, di mana siswa mempertimbangkan keberadaan sifat-sifat/atribut suatu masalah kemudian membuat masalah yang baru untuk melakukan inferensi, klarifikasi lanjutan, asesmen, dan kemudian menilai atau mengevaluasi kebenaran argumennya. Selanjutnya, aktivitas siswa dalam tahap *analyzing the problem* juga diarahkan untuk menganalisis dan menyelesaikan masalah matematis sehingga mendukung proses menyusun strategi proses penyelesaian permasalahan. Selain itu, pembelajaran berbasis *mathematics problem posing* memiliki hubungan yang erat dengan disposisi matematis dan kemampuan berpikir kritis matematis (Divrik et al., 2023; Siller et al., 2025; Lilijedhal et al., 2021), karena melalui aktivitas merumuskan dan mengajukan masalah, siswa didorong untuk lebih aktif, percaya diri, serta memiliki rasa ingin tahu yang tinggi terhadap konsep matematika. Proses ini membentuk disposisi matematis yang positif, seperti ketekunan, fleksibilitas berpikir, dan sikap reflektif.

Berdasarkan latar belakang di atas, peneliti mencoba untuk mengemukakan ide penelitian terkait kajian teoritis tentang model pembelajaran inovatif yakni, **Model Project Etnosains and Mathematics Problem Posing** dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis matematis siswa.

2. Pembahasan

Berdasarkan topik yang diangkat, peneliti menguraikan beberapa kajian teori yang sesuai sebagai pembahasan tepri dalam penelitian ini. Teori yang diuraikan terdiri dari: (1) kemampuan berpikir kritis matematis; (2) disposisi matematis; (3) model Project Based Learning (PjBL); (4) model pembelajaran *Project Etnosains and Mathematics Problem Posing* (PEMPP).

2.1. Kemampuan Berpikir Kritis Matematis

Kemampuan berpikir kritis matematis merupakan kemampuan individu dalam beraktivitas yang diharapkan menjadikan individu menjadi lebih kritis di dalam menyelesaikan sebuah permasalahan matematis. Kemampuan berpikir kritis matematis secara umum didefinisikan sebagai sebuah konsep kompleks yang melibatkan keterampilan kognitif dan kepercayaan diri serta tentunya dipengaruhi oleh beberapa cara yang digunakan dalam menyampaikan konten matematika di dalam kelas (Noor & Ranti, 2019). Selain itu, kemampuan berpikir kritis matematis di dalam pendidikan matematika didefinisikan sebagai sebuah konsep dimana di dalamnya terkandung berbagai aktivitas yang meningkatkan keterampilan kognitif, kreativitas, kekritisn serta kemampuan lain dalam menentukan pilihan penyelesaian permasalahan yang tepat (Aizikovitsh & Cheng, 2015). Berdasarkan beberapa ahli, kemampuan berpikir kritis matematis merupakan sebuah kemampuan yang berkonsentrasi pada aktivitas mental seperti pemecahan masalah, pengambilan keputusan, analisis asumsi, dan metode ilmiah sebagai langkah evaluasi untuk mendapatkan sebuah kesimpulan atas suatu permasalahan matematis (Perkins & Murphy, 2006).

Kemampuan berpikir kritis matematis juga didefinisikan sebagai sebuah aktivitas mental dimana semua aktivitas pembelajaran matematika yang dilakukan melibatkan proses untuk melakukan identifikasi (mengetahui dan memahami), memeriksa dan memverifikasi, serta mengevaluasi hasil. Hal ini sesuai dengan pendapat dari Lai, (2011); Lipman, (1987); Siswono, (2010); Sternberg, (1986) yang menyatakan bahwa kemampuan berpikir kritis matematis merupakan proses berpikir secara mental seseorang untuk mengevaluasi dan memvalidasi setiap informasi yang diterima. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa kemampuan berpikir kritis matematis merupakan keterampilan menganalisis, menafsirkan, menjelaskan, mengevaluasi, mengamati, dan memeriksa pemikirannya sendiri. Berdasarkan definisi tersebut, seseorang individu yang memiliki kemampuan berpikir kritis matematis dapat diartikan sebagai seseorang yang memiliki kemampuan untuk memecahkan masalah krusial

dengan cara mengumpulkan dan menilai informasi yang relevan serta menyimpulkan solusi masuk akal terkait permasalahan tersebut (Facione, 1990). Hal demikian juga dinyatakan oleh Paul & Elder, (2006) yang menyatakan bahwa seorang pemikir kritis secara matematis memiliki sifat dan pemikiran terbuka terhadap berbagai asumsi dalam mengidentifikasi serta menilai opini, implikasi, dan selalu menyadari implikasinya pada proses penyelesaian permasalahan matematis yang didapatkan.

Kemampuan berpikir kritis matematis juga termasuk ke dalam kemampuan berpikir tingkat tinggi yang memiliki karakteristik seperti dikemukakan oleh Aktaş & Ünlü, (2013) meliputi: (1) aktivitas merumuskan pertanyaan; (2) batasan masalah; (3) menguji data, (4) menganalisis berbagai pendapat dan bias; (5) menghindari pertimbangan yang sangat kontras; (6) menghindari penyederhanaan yang berlebihan; (7) mempertimbangkan berbagai interpretasi; dan (8) menoleransi ambiguitas. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa karakteristik utama dari kemampuan berpikir kritis matematis adalah melibatkan individu baik kognitif maupun afektif atau kepercayaan diri terhadap aktivitas mental di dalam memahami suatu permasalahan matematis secara intelektual yang dipengaruhi oleh berbagai cara sehingga menghasilkan ide-ide atau gagasan baru di setiap masalah yang dapat dikembangkan menjadi sebuah pemikiran yang logis.

Selanjutnya, terdapat beberapa studi yang menyebutkan bahwa terdapat berbagai indikator dalam mengidentifikasi tingkat kemampuan berpikir kritis matematis siswa. Penelitian yang dilakukan oleh Setiana et al. (2021) menyatakan beberapa indikator kemampuan berpikir kritis diantaranya, *focus, reason, inference, situation and clarification*, dan *overview*. Selanjutnya, Agustina et al. (2020) dan Anjariyah et al. (2018) juga menyatakan indikator kemampuan berpikir kritis matematis diantaranya *focus, reason, inference, situation, clarity*, dan *overview*. Selain itu, Bahri et al. (2024); Ratna, (2020) dan Monrat et al. (2022) juga menyatakan terdapat empat indikator kemampuan berpikir kritis matematis siswa yaitu *interpretation, analysis, evaluation*, dan *inference*. Perkins & Murphy, (2006) juga menyatakan beberapa indikator kemampuan berpikir kritis matematis diantaranya *clarification, assesment, inference*, dan *strategies*. Selanjutnya, Basri et al. (2019) dan Jing, (2021) menyatakan bahwa terdapat lima indikator kemampuan berpikir kritis matematis diantaranya *interpretation, analysis, inference, evaluation, explanation*, dan *self regulation*. Sejalan dengan hal ini, Monteleone et al. (2023) juga menyatakan beberapa indikator kemampuan berpikir kritis matematis siswa diantaranya *interpreting, analysing, evaluating, explaining*, dan *creating*. Hal ini dikuatkan kembali oleh pendapat Sachdeva & Eggen, (2021) yang menyatakan bahwa terdapat indikator kemampuan berpikir kritis matematis diantaranya *interpretation, analysing, inference, evaluation, explanation*, dan *self regulation*. Selain beberapa penelitian di atas, Zetriuslita et al. (2016) menyatakan tiga indikator dalam mengukur kemampuan berpikir kritis matematis siswa diantaranya kemampuan mengidentifikasi dan menjustifikasi konsep serta kemampuan memberikan alasan terhadap penguasaan konsep, kemampuan menggeneralisasi serta kemampuan melengkapi data atau informasi yang mendukung, dan terakhir kemampuan menganalisis algoritma serta kemampuan mengevaluasi atau memeriksa suatu algoritma. Oleh karena itu, berdasarkan beberapa penelitian terdahulu di atas indikator kemampuan berpikir kritis matematis siswa yang akan digunakan yaitu: (1) **interpretasi**; (2) **generalisasi**: membuat keputusan serta mengemukakan fakta argumen atau menghubungkan masalah dengan masalah yang lain dan menganalisisnya; (3) **strategi**: dapat menentukan strategi penyelesaian permasalahan dengan mempertimbangkan definisi dan fakta yang telah didapatkan; (4) **evaluasi**: menilai atau memperkirakan kredibilitas suatu pernyataan dan kebenaran hubungan antara berbagai pernyataan dan konsep dengan menerapkan strategi secara logis; (5) **explaining and creating**: dapat menjelaskan secara rinci jawaban yang didapatkan serta menemukan kesalahan dalam proses penyelesaian permasalahan; (6) **penyimpulan**: dapat memberikan kesimpulan dengan alasan yang tepat.

2.2. Disposisi Matematis

Disposisi seseorang dapat dilihat atau diamati berdasarkan kebiasaan seseorang dalam bertindak atau berperilaku (Facione, 2000). Disposisi sangatlah berbeda dengan keterampilan dan pengetahuan dalam pembelajaran matematika (Lin, 2016). Secara umum, disposisi adalah kecenderungan kebiasaan seseorang untuk melihat segala sesuatu secara masuk akal, berguna, penting, serta ditambah dengan keyakinan akan ketekunan dan kepercayaan diri (Lin, 2016). Selain itu, disposisi mengacu pada

kecenderungan perilaku setiap individu dalam menghadapi segala permasalahan. Oleh karena itu, disposisi matematis merupakan suatu kecenderungan perilaku seseorang dalam menghadapi permasalahan matematis secara logis dan masuk akal. Disposisi kemampuan berpikir kritis matematis sendiri didefinisikan sebagai kecenderungan perilaku seseorang yang didasarkan pada penggunaan kemampuan berpikir kritis. Hal ini didukung oleh pernyataan bahwa orang yang memiliki kemampuan disposisi berpikir kritis sering diartikan sebagai seseorang yang ketika melaksanakan atau menyelesaikan suatu permasalahan matematis senantiasa didasarkan pada pemikiran kritis, sehingga sebelum melaksanakan tindakan akan memikirkan terlebih dahulu segala sesuatu yang berkaitan dengan tindakan penyelesaian permasalahan tersebut (King & Kitchener, 1994; Facione et al. 1995; Irani et al. 2007). Oleh karena itu, disposisi kemampuan berpikir kritis matematis memang peranan penting bagi seseorang dalam mengembangkan pemikiran kritis dan akurat (Cottrell, 2005; Tishman & Andrade, 1996).

Selain itu, terdapat beberapa penelitian terdahulu tentang indikator dari disposisi matematis. Penelitian pertama dilakukan oleh As'ari et al. (2017); Facione, (1990); Özkahraman, (2022) yang menyatakan indikator disposisi matematis seseorang yaitu: (a) memiliki rasa ingin tahu; (b) berusaha untuk selalu mendapat informasi; (c) rasional; (d) terbuka; (e) fleksibel; (f) objektif; (g) percaya diri; (h) jujur; (i) bijak; (l) teliti. Hal ini didukung oleh pendapat Kurniati et al. (2019) yang menyatakan indikator disposisi matematis diantaranya: (a) mengklarifikasi kejelasan sebuah masalah; (b) rajin; (c) rasional; (d) tertib; (e) fokus; (f) tekun; dan (g) presisi. Sejalan hal ini, terdapat beberapa penelitian terdahulu oleh Aizikovitsh & Cheng, (2015); Aybek & Aslan, (2017); Bakir, (2015); Biber et al. (2013); Darby & Rashid, (2017); Kang, (2015); dan Karagöl & Bekmezci, (2015) yang menyatakan tujuh indikator disposisi matematis yaitu *truth-seeking*, *open-mindedness*, *analyticity*, *systematicity*, *self-confidence*, *inquisitiveness*, dan *maturity*. Oleh karena itu, dalam penelitian akan digunakan indikator disposisi matematis yaitu: (a) terbuka dan rasional; (b) rasa ingin tahu; (c) teliti; (d) proporsional; (e) percaya diri; (f) sistematis; dan (g) memiliki keyakinan.

2.3. Model Project Based Learning (PjBL)

Model pembelajaran PjBL merupakan sebuah model pembelajaran yang banyak dikembangkan melalui tugas-tugas pembelajaran berbasis proyek. Hal ini sejalan dengan pendapat Baran et al. (2021) yang menyatakan bahwa PjBL merupakan suatu model pembelajaran yang menuntut siswa untuk melakukan pembelajaran secara berkelompok dalam jangka waktu tertentu dengan bantuan permasalahan kehidupan nyata, dan kompleks. Hal ini dikuatkan lagi oleh pendapat Afriana et al. (2016) yang menyatakan bahwa model pembelajaran PjBL merupakan model pembelajaran berbasis pada permasalahan kehidupan nyata dan kompleks sehingga dapat dibawa dalam proses pembelajaran sehingga harapannya menciptakan proses timbal balik menjadi lebih bermakna. Oleh karena itu, model PjBL sendiri dalam pembelajaran matematika sering diilhami sebagai sebuah model yang memberikan kebebasan pada siswa untuk merencanakan aktivitas belajar, melaksanakan proyek secara kolaboratif sehingga akhirnya menghasilkan produk kerja inovatif.

Sintaks model pembelajaran PjBL telah banyak dijelaskan oleh beberapa penelitian terdahulu diantaranya menurut Fisher et al. (2020) dengan enam sintaks yaitu: (1) penentuan pertanyaan mendasar (*start with essential question*); (2) mendesain perencanaan proyek (*design a plan for the project*); (3) menyusun jadwal (*create a schedule*); (4) memonitor siswa dan kemajuan proyek (*monitor the students and the progress of the project*); (5) menguji hasil (*assess the outcome*); dan (6) mengevaluasi pengalaman (*evaluate the experience*). Selain itu, Setyawan et al. (2024) menyatakan enam sintaks model PjBL diantaranya: (1) menentukan pertanyaan mendasar (*determining the fundamental question*); (2) mendesain perencanaan proyek (*designing the project plan*); (3) menyusun jadwal (*create a build schedule*); (4) memonitor aktivitas proyek dan kemajuannya (*monitoring project activity and progress*); (5) menguji hasil (*testing the results*); (6) mengevaluasi pengalaman (*evaluate the learning experience*). Selain itu, Serin, (2023) juga menyatakan delapan sintaks model pembelajaran PjBL diantaranya: (1) menentukan pengetahuan dasar (*key knowledge*); (2) kebenaran permasalahan (*authenticity*); (3) penyelidikan berkelanjutan (*sustained inquiry*); (4) menentukan pertanyaan dari

permasalahan (*challenging problem or question*); (5) refleksi permasalahan (*problem reflection*); (6) menentukan pemilihan konsep permasalahan (*voice and choice concepts*); (7) kritik dan revisi (*critique and revision*); (8) mempresentasikan penyelesaian permasalahan (*public product*).

Oleh karena itu, berdasarkan beberapa pendapat di atas dalam penelitian dijabarkan sintaks pembelajaran model PjBL beserta tahapan dan aktivitas pembelajarannya seperti dirinci pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Sintaks Model Pembelajaran PjBL

Sintaks Model	Aktivitas Pembelajaran
<i>Determining the Fundamental Question</i>	Aktivitas Guru: Guru menyampaikan dan menyusun tema atau topik pertanyaan tentang sebuah masalah sebagai pengetahuan dasar pada permasalahan yang didapat serta mengajak siswa untuk berdiskusi dan menemukan solusi. Aktivitas Siswa: Siswa mengajukan pertanyaan dasar sesuai dengan permasalahan yang didapat sebagai dasar dalam proses identifikasi permasalahan.
<i>Designing the Project Plan</i>	Aktivitas Guru: Guru memastikan bahwa setiap peserta dibagi dalam kelompok dan mengetahui prosedur penyelesaian proyek yang diberikan. Aktivitas Siswa: Siswa berdiskusi dan merencanakan proyek untuk selanjutnya membagi peran/tugas ke dalam kelompok serta mencatat berbagai hal yang perlu dipersiapkan dalam rangka penyelesaian proyek.
<i>Create a Build Schedule</i>	Aktivitas Guru: Guru menyiapkan rancangan jadwal proyek dan membaginya menjadi beberapa tahap untuk kemudian dirancang kembali oleh siswa sebagai referensi awal penyelesaian proyek. Aktivitas Siswa: Siswa menyepakati jadwal dan mulai memperhatikan tenggat waktu yang sudah dirancang oleh guru serta disesuaikan dengan rancangan proses penyelesaian proyek pada kelompok masing-masing.
<i>Monitor Project Activity and Progress</i>	Aktivitas Guru: Guru melakukan pemantauan terkait partisipasi dan keterlibatan siswa dalam proses penyelesaian proyek utamanya dalam melakukan penyelidikan terhadap proyek yang didapatkan. Aktivitas Siswa: Siswa membuat proyek menggunakan bantuan alat dan bahan yang sudah dirancang serta melakukan penyelidikan terhadap kebenaran permasalahan yang didapat, serta menentukan berbagai hal berkaitan dengan penyelesaian proyek. Selanjutnya, siswa juga menuliskan tahapan penyelidikan lanjut atas proyek yang diselesaikan sebagai laporan kemajuan proyek.
<i>Assess the Outcome</i>	Aktivitas Guru: Guru membahas proyek yang telah diselesaikan kemudian menentukan representasi nya terhadap kegiatan yang ada di kehidupan sehari-hari, serta menentukan beberapa revisi terkait penyelesaian proyek yang telah diselesaikan oleh siswa. Aktivitas Siswa: Siswa melakukan diskusi hasil proyek yang telah diselesaikan dan menyerahkan laporan akhir hasil diskusi pada guru mata pelajaran.
<i>Evaluate the Learning Experience</i>	Aktivitas Guru: Guru melakukan kritik bersama siswa terkait beberapa penyelesaian proyek yang dipresentasikan kemudian, memberikan arahan tindak lanjut terkait proyek yang telah dikerjakan oleh siswa.

Sintaks Model	Aktivitas Pembelajaran
	Aktivitas Siswa: Siswa mempresentasikan produk dari proyek yang telah diselesaikan serta menerima umpan balik dari guru atau teman sejawat, untuk kemudian digunakan sebagai catatan dalam meningkatkan hasil penyelesaian proyek.

2.4. Model Project Etnosains and Mathematics Problem Posing (PEMPP)

2.4.1. Rasional Pengembangan Model Project Etnosains and Mathematics Problem Posing (PEMPP)

1. Teori Model Pembelajaran

Menurut Joyce et al. (2009), model pembelajaran merupakan deskripsi dari lingkungan belajar, termasuk perilaku seorang guru saat model pembelajaran tersebut digunakan. Pendapat lain tentang definisi model pembelajaran disampaikan oleh Gunter et al. (1990) yaitu model pembelajaran merupakan sebuah prosedur langkah demi langkah yang membawa pada hasil belajar yang spesifik. Sedangkan, menurut Arends, (2010) model pembelajaran mencakup empat ciri yang spesifik yakni model pengajaran mengacu pada pendekatan tertentu dalam pembelajaran, termasuk di dalamnya tujuan, sintaks, lingkungan, dan sistem manajemen dalam pembelajaran. Oleh karena itu, dalam model pembelajaran mencakup komponen-komponen yaitu: (1) tujuan, (2) sintaks, (3) lingkungan, dan (4) sistem manajemen. Selain itu, lebih lanjut Arends, (2010) mengemukakan ada empat ciri khas model pembelajaran yaitu: (1) rasional teoritis yang bersifat logis yang bersumber dari perancangannya; (2) memiliki dasar pemikiran tentang tugas pembelajaran yang hendak dicapai dan bagaimana siswa belajar untuk mencapai tujuan tersebut; (3) aktivitas mengajar guru yang diperlukan agar model pembelajaran dapat dilaksanakan secara efektif; dan (4) lingkungan belajar yang diperlukan untuk mencapai tujuan. Berdasarkan pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran merupakan kerangka yang menggambarkan prosedur pembelajaran sebagai pedoman dalam melaksanakan pembelajaran untuk mencapai tujuan belajar yang diinginkan.

2. Komponen Model Pembelajaran

Joyce et al. (2009) mengemukakan bahwa ada empat aspek struktur dalam model pembelajaran yaitu: sintaks, sistem sosial, prinsip reaksi, dan sistem pendukung. Adapun penjelasan dari keempat aspek struktur tersebut disajikan sebagai berikut.

a. Sintaks

Sintaks merupakan deskripsi bagaimana sebuah model pembelajaran dilaksanakan. Selain itu, di dalam sintaks diuraikan tentang cara membuka pembelajaran; cara menyajikan materi; materi apa saja yang harus diajarkan; dan kegiatan apa saja yang dilakukan oleh siswa dan guru selama proses pembelajaran berlangsung.

b. Sistem sosial

Sistem sosial dalam model pembelajaran didefinisikan sebagai peran dan hubungan antara siswa dan guru sebagai pendidik, serta macam-macam norma yang dianjurkan selama proses pembelajaran.

c. Prinsip reaksi

Prinsip reaksi pada model pembelajaran berkaitan dengan cara seorang guru memperhatikan dan memberlakukan siswa, termasuk bagaimana guru memberikan respon terhadap pertanyaan, jawaban, tanggapan atau apa yang dilakukan siswa.

d. Sistem pendukung

Sistem pendukung dalam model pembelajaran di sekolah diartikan sebagai semua sarana, bahan, dan alat yang diperlukan untuk menerapkan suatu model di dalam kelas.

e. Dampak instruksional

Dampak instruksional dalam model pembelajaran diartikan sebagai hasil pembelajaran yang telah dirumuskan sebelum pembelajaran berlangsung dan biasanya diarahkan melalui capaian pembelajaran.

f. Dampak pengiring

Dampak pengiring model pembelajaran biasanya berupa hasil belajar lainnya yang dicapai dalam suatu pembelajaran sebagai akibat dari pelaksanaan model pembelajaran di kelas.

3. Landasan Teori Belajar pada Pengembangan Model PEMPP

Teori pembelajaran sebagai acuan dalam pengembangan model PEMPP sangatlah penting. Hal ini digunakan sebagai dasar bagaimana siswa memahami materi pembelajaran dan pendekatan yang dapat diberikan selama proses pembelajaran berlangsung. Adapun teori belajar yang digunakan dalam pengembangan model PEMPP sebagai berikut.

a. Teori belajar Konstruktivisme

Pandangan konstruktivisme secara umum memberikan acuan bahwa individu akan mengalami pembelajaran yang lebih efektif ketika mereka terlibat secara aktif dalam membangun pengetahuan dan menghubungkannya dengan pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya (Smerdon et al. 1999). Selain itu, seorang siswa ketika melakukan pembelajaran dengan pandangan teori konstruktivisme ini akan menemukan bahwa belajar yang efektif adalah belajar dengan memanfaatkan pengetahuan dalam berbagai situasi (Perkins, 1999). Lebih lanjut Ültay & Çalik, (2015) menyatakan bahwa pendekatan pembelajaran menggunakan teori konstruktivisme lebih menekankan pada hasil belajar dan perkembangan kognitif dibandingkan pendidikan karakter. Hal tersebut sejalan dengan pendapat Stoilescu, (2016) yang menyatakan bahwa konstruktivisme secara epistemologis menganggap bahwa pengetahuan dan makna dihasilkan dari interaksi antara tindakan, pengalaman, dan keadaan pikiran subjektif. Selain itu, pendekatan konstruktivisme ini akan berdampak pula pada peningkatan kemampuan berpikir matematis siswa (Martin, 2021).

Teori belajar konstruktivisme sendiri pada dasarnya merupakan pendekatan pembelajaran yang memberikan kesempatan siswa untuk membangun serta mengkonstruksi pengetahuannya sendiri (Amineh & Asl, 2015). Teori konstruktivisme melandasi berbagai model pembelajaran berbasis penyelesaian masalah, maupun proyek terstruktur secara matematis dengan orientasi untuk mengarahkan siswa dalam mengkonstruksi serta membuat gagasannya sendiri, kemudian menemukan sendiri pengetahuan yang mereka inginkan dari penyelesaian permasalahan matematis tersebut (Barger et al. 2018). Selain itu, Vygotsky, (1978) juga berpandangan bahwa berdasar teori belajar konstruktivisme pengetahuan dikonstruksi secara kolaboratif diantara individu dan disesuaikan berdasarkan adaptasi intelektual dalam konteks sosial budaya, sehingga siswa didorong untuk membangun dan menyimpulkan pengetahuannya sendiri, kemudian digambarkan dengan cara siswa dalam memahami materi, menempatkan, serta menemukan pengetahuannya sendiri melalui praktik sosial budaya di sekitarnya (Janjai, 2012). Berdasarkan pendapat ini, teori belajar konstruktivisme sangat tepat dan relevan sebagai dasar pelaksanaan model pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan etnosains dalam pengembangan kemampuan berpikir kritis dan disposisi matematis siswa.

Selain itu, terdapat beberapa empat prinsip kunci yang menunjang proses pembelajaran dengan model berbasis proyek, disposisi matematis siswa, serta penerapan *mathematics problem posing* (MPP) seperti dikutip oleh Slavin & Davis, (2006) yaitu:

a. Pembelajaran sosial (*social learning*)

Prinsip ini mencakup berbagai makna tentang konstruktivisme yang dipandang sesuai dengan model pembelajaran berbasis masalah dan proyek kolaboratif, sehingga harapannya siswa mampu belajar melalui interaksi bersama dengan teman sejawat yang lebih cakap;

b. ZPD (*Zone of Proximal Development*)

Prinsip ini mengandung konsep bahwa siswa akan dapat mempelajari konsep dengan baik jika berada dalam ZPD. Hal ini disebabkan karena siswa bekerja dalam zona ini jika siswa tak dapat memecahkan masalah sendiri, tetapi memecahkan masalah tersebut setelah mendapat bantuan dari teman sejawat atau ahli di sekitarnya (*peer*). Bantuan ini dimaksudkan agar siswa mampu untuk mengerjakan soal-soal yang lebih tinggi kesulitannya dari tingkat perkembangan kognitif seorang siswa.

c. Masa magang kognitif (*cognitif apprenticeship*)

Prinsip ini mengandung arti bahwa pembelajaran berbasis masalah memberikan suatu proses yang menjadikan siswa sedikit demi sedikit memperoleh kecakapan intelektual melalui interaksi dengan orang yang lebih ahli, atau teman sejawat yang lebih pandai.

d. Pembelajaran termediasi (*mediated learning*)

Teori konstruktivisme menekankan pada *scaffolding* sehingga siswa diberikan suatu masalah kompleks, sulit, dan realistis kemudian diberi bantuan secukupnya dalam memecahkan masalah. Mediasi ini juga merupakan konsep penting yang harus dibahas karena mengilhami proses *problem posing* serta perkembangan mental dan disposisi seorang siswa terhadap permasalahan matematis yang lebih tinggi (Wertsch et al. 2007). Selain itu, mediasi ini memainkan peranan penting dalam pembentukan identitas sosial dan membuka jalan bagi penjelasan tentang kebebasan bertindak

dimana proses mediasi merupakan alat untuk aktivitas terus menerus individu di arena sosial budaya (Dastpak et al. 2017).

b. Teori belajar Kognitif

Teori perkembangan kognitif juga mendasari pengembangan kemampuan berpikir kritis dan disposisi matematis siswa termasuk integrasi MPP dalam proses pembelajaran melalui model PEMPP. Teori belajar kognitif ini lebih mementingkan proses belajar daripada hasil belajar itu sendiri (Nurhadi, 2020). Hal ini didukung oleh pendapat bahwa belajar tidak sekedar melibatkan hubungan antara stimulus dan respon, lebih dari itu belajar melibatkan proses berpikir yang sangat kompleks (Jarvis, 2000). Hal ini sejalan dengan pendapat bahwa perkembangan kognitif seorang siswa bukan hanya tentang memperoleh pengetahuan, anak juga harus membangun atau mengembangkan aspek sikap dan mental. Dengan demikian, teori ini tentu sesuai dengan pengembangan kemampuan berpikir kritis dan disposisi matematis siswa dalam model pembelajaran *project-etnosains* yang mengintegrasikan pendekatan *mathematics problem posing* (MPP) di dalamnya.

Teori perkembangan kognitif ini juga mendukung efektivitas pengembangan model PEMPP. Siswa memerlukan waktu dan latihan serta perancangan penyelesaian permasalahan matematis melalui integrasi kegiatan sosial, budaya, membangun mental serta rasa percaya diri untuk melakukan konstruksi penyelesaian proyek matematis dengan bantuan dalam menghubungkan representasi baru melalui pengetahuan yang telah ada (King, 1994; Mayer, 2002). Selain itu, melalui kemampuan berpikir kritis matematis yang dibentuk dalam diri siswa harapannya terdapat cara lain melihat konsep dan membuat koneksi antar konsep baru dengan pengetahuan yang ada. Selain itu, teori kognitif ini juga menunjukkan pentingnya memahami kapasitas kognitif siswa dan bagaimana informasi yang disajikan dapat mempengaruhi pembelajaran (Cook, 2009). Hal ini berarti bahwa siswa sudah mampu untuk berkolaborasi dalam memahami sebuah permasalahan matematis dan memanipulasi pengetahuan baru lebih kompleks melalui pengajuan permasalahan dengan pengetahuan yang didapat, serta mampu meminimalisir konsep pengajaran yang tidak hanya mementingkan beban kognitif siswa tetapi juga memberikan penekanan terhadap aspek sikap dalam diri siswa.

c. Teori belajar Konstruktivisme Sosial

Teori konstruktivisme sosial merupakan teori pengetahuan dalam sosiologi dan komunikasi. Pengetahuan serta pemahaman tentang dunia dikembangkan bersama oleh individu dan diasumsikan sebagai pemahaman bermakna dalam koordinasi antar siswa yang satu dengan siswa lainnya. Teori ini mementingkan adanya pengamatan, imitasi, dan interaksi sosial dalam proses pembelajaran sehingga terdapat peran penting budaya dan konteks melalui sebuah permasalahan matematis yang perlu diselesaikan, serta harapannya siswa mampu membangun motivasi, percaya diri, kekritisian dalam berpikir, disposisi matematis, serta kecakapan dalam memecahkan sebuah permasalahan matematis (Mogashoa, 2014; Bandura, 2009).

Selain itu, penerapan konteks etnosains dan analisis disposisi matematis dalam model pembelajaran PEMPP juga mengasumsikan bahwa teori dan praktek di dalam suatu pembelajaran matematika melalui proyek yang diselesaikan tidak berkembang dalam ruang hampa; tetapi dibentuk melalui asumsi budaya, kegiatan sosial masyarakat, dan aspek sikap yang dominan dalam diri siswa. Guru perlu juga melihat proses konstruktivis siswa dengan budaya dan kegiatan sosial di sekitarnya sebagai suatu proses awal pembentukan pengetahuan siswa, sehingga dapat ditentukan faktor yang perlu diatasi atas ketimpangan kemampuan berpikir kritis dan disposisi matematis siswa baik dari aspek perbedaan linguistik, sosial budaya, diskriminatif, serta dasar pemikiran pendidikan itu sendiri (Au, 1998). Hal ini selaras dengan proses pembelajaran menggunakan model PEMPP yang berfokus kepada bagaimana menyelaraskan berbagai komponen pengajaran yaitu guru, teman sebaya, sikap, serta aspek lingkungan budaya untuk membentuk sebuah pengetahuan atau gagasan baru terhadap suatu permasalahan matematis.

4. Landasan Teoritis Model PEMPP

Model PEMPP adalah model pembelajaran berbasis proyek dengan menggabungkan kajian pendekatan etnosains dan MPP yang berpusat pada siswa dan membekali guru untuk mengelola pembelajaran di kelas melalui representasi proyek matematis dalam upaya meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa termasuk di dalamnya kemampuan berpikir kritis matematis siswa. Model PEMPP menekankan pada pembelajaran berbasis orientasi masalah, analisis kajian etnosains, pendekatan MPP, dan pembelajaran berbasis investigasi masalah. Adapun sintaks pembelajaran meliputi: (1) orientasi masalah; (2) pemberian pertanyaan mendasar; (3) investigasi permasalahan; (4) desain proyek; (5) monitoring dan asesmen produk; (6) evaluasi dalam rangka menyelesaikan permasalahan pada proyek matematis yang disediakan.

(1) Kajian Etnosains

Istilah *ethnoscience* diambil dari kata *ethnos* dalam bahasa Yunani yang artinya “bangsa” dan kata *scientia* dari bahasa Latin yang artinya “pengetahuan”. Etnosains merupakan pengetahuan yang dimiliki oleh suatu bangsa atau kelompok tertentu. Selain itu, Khoiri & Sunarno, (2018) mendefinisikan etnosains sebagai *system of knowledge and cognition typical of a given culture* atau sistem pengetahuan khas untuk suatu kegiatan sosial budaya tertentu dengan menggabungkan konsep sains termasuk di dalamnya matematika. Hal ini sesuai dengan pendapat bahwa kegiatan sosial budaya dengan pendekatan sains memberikan ruang terhadap penciptaan hasil cipta ras dan karsa manusia yang berkembang sebagai pengetahuan asli (*indigenous science*) kemudian ditransformasikan menjadi sains ilmiah (Sudarmin, 2014).

Pembelajaran melalui akulturasi masyarakat, tradisi sosial budaya, dan ilmu pengetahuan (*sains*) yang melekat di masyarakat seakan memang masih terpisah berdiri masing-masing, budaya dalam pendekatan etnosains dianggap sebagai bentuk cara hidup dan berkembang serta dimiliki bersama oleh sebuah kelompok untuk diwariskan dari generasi ke generasi (Jacinda et al. 2023; Dewi et al. 2021). Selain itu, melalui akulturasi beberapa komponen sains dan kegiatan sosial budaya di masyarakat dalam sebuah kerangka etnosains memiliki beberapa bidang kajian dengan ciri-ciri sebagai berikut.

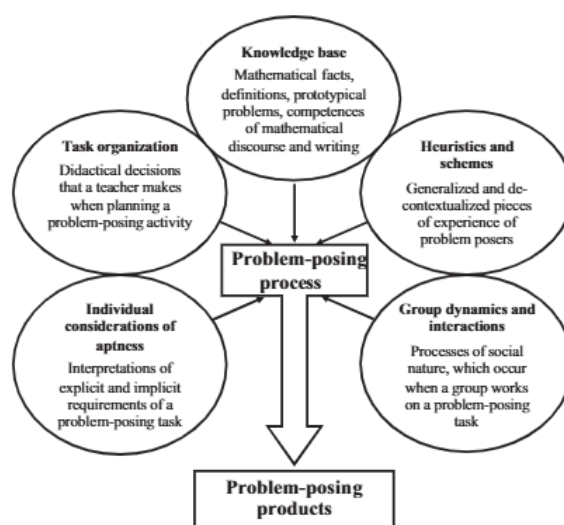
- 1) Penelitian etnosains yang memusatkan perhatian pada kebudayaan didefinisikan sebagai *the forms of things that people have in mind, their models for perceiving* yang ditafsirkan sebagai model untuk mengklasifikasi lingkungan atau situasi sosial yang dihadapi.
- 2) Penelitian etnosains berusaha untuk mengungkap berbagai struktur yang digunakan dalam mengklasifikasi lingkungan, baik itu secara fisik maupun sosial.
- 3) Penelitian etnosains juga merupakan penelitian yang didalamnya memusatkan perhatian pada kebudayaan sebagai *a set of principles for creating dramas, for writing scripts, and of course for recruiting players and audiences* atau seperangkat prinsip-prinsip untuk menciptakan, membangun peristiwa untuk mengumpulkan individu atau orang banyak. Penelitian etnosains mengaitkan prinsip yang mendasari berbagai macam kegiatan dalam kehidupan sehari-hari, dengan tujuan untuk memahami struktur yang tidak disadari, namun mempengaruhi atau menentukan perwujudan perilaku sehari-hari, sehingga dapat menjadi bidang kajian bagi masyarakat sains.

Selain itu, pendekatan etnosains dalam pembelajaran memiliki kontribusi dalam menentukan keterampilan kognitif siswa termasuk di dalamnya membawa pengaruh berupa kegiatan sosial budaya daerah, pembelajaran inkulturasi, dan utamanya membawa pengaruh terhadap keaktifan, kreativitas, kekritisan siswa dalam pembelajaran melalui proses kolaborasi, asimilasi, disposisi, serta akomodasi belajar (Dul et al. 2017; Kasim et al. 2025; Supriyadi et al. 2016).

(2) Kajian Mathematics Problem Posing (MPP)

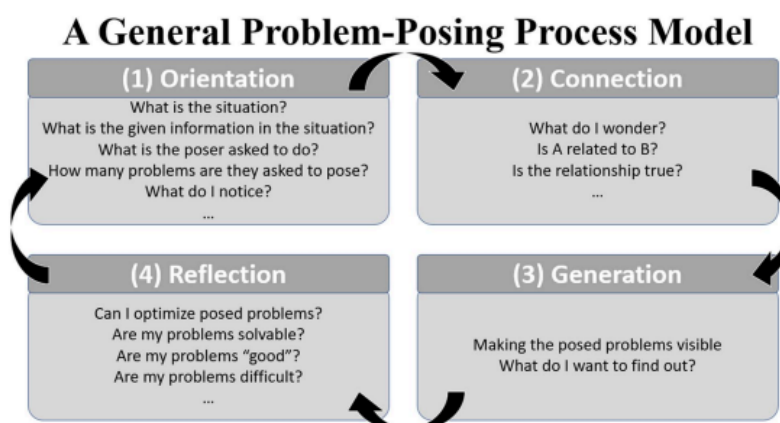
Mathematics Problem Posing (MPP) sering didefinisikan sebagai pelibatan seseorang dalam suatu tugas, yang bertujuan untuk menghasilkan sebuah permasalahan baru dari serangkaian kondisi atau keadaan tertentu (Silver, 2013; Stoyanova, 1999). Sejalan dengan definisi ini, MPP merupakan kasus khusus dari proses pemecahan masalah matematis dengan suatu keadaan tertentu terhadap pengajuan masalah berupa rangkaian kondisi dan instruksi yang menjadi dasar dalam proses pengajuan permasalahan matematis. Kondisi tersebut dianggap sebagai perumusan masalah baru, setidaknya untuk memenuhi persyaratan dalam proses pengajuan masalah, sehingga dalam proses pengajuan masalah baru melalui MPP ini dapat menjadi solusi khusus untuk melengkapi suatu penyelesaian permasalahan matematis (Christou et al. 2005; Silver et al. 1996).

Kerangka kerja yang diusulkan dalam kajian MPP mengintegrasikan lima aspek yaitu: (1) pengorganisasian tugas; (2) pengetahuan dasar; (3) heuristik dan skema pengajuan masalah; (4) dinamika dan interaksi kelompok; dan (5) pertimbangan individu terhadap kesesuaian permasalahan seperti pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Kerangka Kerja Problem Posing

Selain itu, juga terdapat langkah-langkah dalam strategi *mathematics problem posing* (MPP) yang diterapkan pada pembelajaran didasarkan atas beberapa penelitian terdahulu oleh Cai et al. (2024); Zhang et al. (2022); Bauman & Rott, (2022); dan Erkan & Kar, (2022), melalui langkah-langkah (Gambar 2.2) yaitu: (1) *Orientation*; (2) *Connection*; (3) *Reflection*; (4) *Generation*.



Gambar 2. Bagian Representasi Langkah MPP

(3) Pembelajaran Berbasis Orientasi pada Masalah

Orientasi pada pembelajaran merujuk pada tahap awal dimana siswa dipersiapkan untuk memahami konteks dan tujuan pembelajaran yang akan mereka lakukan. Fase ini memfokuskan pada peran guru untuk membangkitkan minat, motivasi, dan memberikan pemahaman awal mengenai materi yang akan dipelajari. Fase orientasi ini sangat penting untuk menciptakan perhatian siswa dan menghubungkan pengetahuan yang sudah ada dengan pengetahuan yang akan dipelajari. Berdasarkan fase ini dilakukan orientasi permasalahan (*defining the problem*) dalam sebuah pembelajaran berbasis proyek dan proses pengorganisasian siswa untuk mempelajari suatu materi. Hal ini sesuai dengan pendapat Creswell, (2021) yang mengemukakan bahwa pendefinisian masalah melibatkan identifikasi pertanyaan atau tujuan penelitian yang perlu ditangani, sedangkan Yin, (2018) mengusulkan bahwa pendefinisian masalah dalam sebuah pembelajaran melibatkan identifikasi isu atau pertanyaan kunci yang perlu dieksplorasi. Oleh karena itu, orientasi masalah dalam pembelajaran mendorong pemahaman holistik terhadap permasalahan dengan mempertimbangkan berbagai perspektif dan faktor kontekstual.

Orientasi permasalahan dalam pembelajaran tentu melibatkan identifikasi batas-batas dan ruang lingkup yang mendefinisikan masalah secara jelas dengan batasan tertentu dan aspek-aspek pengamatan yang tepat pula (Stake, 1995). Pendekatan yang demikian membantu siswa untuk mengembangkan pemahaman yang jelas tentang konteks masalah dan memungkinkan siswa menghasilkan observasi bermakna. Hal ini sejalan dengan pendapat Meriam, (2015) yang menekankan pentingnya memahami masalah dari sudut pandang masing-masing individu. Pendefinisian masalah dalam pembelajaran berbasis

projek mendorong siswa untuk terlibat dalam pemikiran yang lebih kritis, reflektif, dan menghubungkan pengamatan mereka dengan pemahaman mereka sendiri terhadap sebuah masalah matematis.

Selain itu, orientasi masalah dalam pembelajaran matematika juga dapat membantu siswa dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan analitis matematis. Hal ini sesuai dengan pernyataan bahwa dengan memahami masalah lebih mendalam, siswa dapat mengidentifikasi informasi yang relevan, merumuskan strategi permasalahan, dan mengambil keputusan yang tepat dalam konteks matematika (Santos-Trigo, 2020). Selain itu, langkah orientasi masalah ini juga dapat mempengaruhi motivasi belajar dan keterampilan pemecahan masalah dalam diri siswa. Hal ini sesuai dengan pendapat Drăghicescu et al. (2018) yang menyatakan bahwa kegiatan pembelajaran matematika dengan mengintegrasikan orientasi masalah dapat meningkatkan motivasi belajar, disposisi matematis, dan pengembangan kompetensi kunci, serta keterampilan lintas disiplin. Oleh karena itu, orientasi permasalahan ini dapat membantu meningkatkan motivasi belajar, keterampilan berpikir kritis matematis, dan kualitas pembelajaran secara keseluruhan (Vhalery et al. 2021).

(4) Pembelajaran Berbasis Investigasi (Penyelidikan)

Investigasi dalam pembelajaran matematika berbasis proyek bertujuan untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis matematis dan pemecahan masalah melalui eksploratif aktif. Fase menekankan pada membangun kemampuan siswa untuk melakukan penyelidikan, pencarian informasi, dan pengujian hipotesis atau ide mereka sendiri. Fase ini biasanya melibatkan metode ilmiah atau pendekatan berbasis penelitian, di mana siswa dapat menemukan konsep atau solusi melalui pengalaman langsung dan interaksi dengan sumber daya atau data yang relevan. Hal ini didukung oleh teori yang mendukung pentingnya fase investigasi dalam pembelajaran yaitu teori konstruktivisme, teori belajar kognitif, teori eksperiensial (Pass, 2007; Bruner, 2006; Kolb & David, 2014).

Proses investigasi permasalahan secara individu maupun kelompok memegang peranan penting dalam proses pembelajaran, terutama dalam mengembangkan keterampilan penelitian, kolaborasi, serta memberikan dampak positif terhadap keterlibatan belajar siswa, keberhasilan kinerja, dan hasil belajar (Lazonder & Harmsen, 2016). Selain itu, dalam konteks pembelajaran berbasis proyek pendampingan dan investigasi permasalahan memiliki peran kunci dalam membantu siswa untuk mengembangkan (konstruktivisme) lebih efektif melalui kegiatan merumuskan pertanyaan (komunikasi), merencanakan strategi permasalahan (strategi pemecahan masalah), mengumpulkan dan menganalisis data (penalaran dan argumen), dan menyajikan temuan secara sistematis (penggunaan bahasa simbol, bahasa formal dan bahasa teknis) (Kurniawan et al. 2024; Pedaste et al. 2015; Turner et al. 2018).

Lebih lanjut, pendampingan dalam melakukan investigasi dapat memfasilitasi refleksi dan evaluasi diri siswa terhadap kinerja yang lebih kritis, kreatif, dan kolaboratif (Allan, 2007). Hal ini sejalan dengan pendapat bahwa memberikan arah yang lebih tepat dalam proses investigasi masalah, harapannya mampu mendorong siswa untuk berpikir kritis, mengeksplorasi ide baru dalam hal ini berkaitan dengan pemodelan matematis, dan mengembangkan solusi inovatif terhadap masalah yang kompleks (Sanchez & Athanases, 2023).

2.4.2 Aktivitas pada Model Project Etnosains and Mathematics Problem Posing (PEMPP)

Kegiatan model PEMPP dalam menumbuhkan kemampuan berpikir kritis matematis dan disposisi matematis memiliki enam sintaks yaitu:

Fase 1: Orientasi

Fase orientasi dalam pembelajaran merujuk pada tahap awal dimana siswa dipersiapkan untuk memahami konteks dan tujuan pembelajaran yang akan mereka lakukan. Fase ini lebih mengedepankan bagaimana guru membangkitkan minat, memotivasi siswa, dan memberikan pemahaman awal melalui konstruksi permasalahan matematis yang dimunculkan oleh siswa mengenai materi ataupun konteks kegiatan sosial budaya (etnosains) yang diberikan. Fase orientasi ini sangat penting untuk menciptakan perhatian siswa dan menghubungkan pengetahuan yang sudah ada dengan pengetahuan yang akan dipelajari. Selain itu, melalui fase ini dilakukan orientasi siswa terhadap ilustrasi kegiatan sosial budaya (etnosains) yang diberikan serta mengorganisasi siswa untuk belajar, dan mendefinisikan masalah dalam pembelajaran matematika, terutama ketika guru menyajikan sebuah masalah matematis kepada siswa untuk observasi dan analisis (Creswell, 2021; Patton, 2014). Selanjutnya, terdapat beberapa kegiatan yang dilakukan dalam fase orientasi ini sebagai berikut: (1) siswa diharapkan mampu mengkonstruksi sebuah permasalahan terhadap ilustrasi yang diberikan; (2) siswa diharapkan mampu memperhatikan berbagai aspek kegiatan sosial budaya dan sains dalam permasalahan matematis yang diberikan; (3) siswa diharapkan mampu memahami penerapan materi geometri transformasi terhadap permasalahan matematis yang diberikan beserta penerapan dan aplikasinya.

Fase 2: Investigasi permasalahan

Fase investigasi permasalahan merupakan bagian dari proses pembelajaran yang bertujuan untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis matematis dan pemecahan masalah lebih lanjut melalui proses analisis dan konstruksi pertanyaan, hipotesis, dan asumsi berdasarkan permasalahan yang didapat beserta kaitannya dengan konteks kegiatan sosial budaya dan sains di dalamnya. Fase ini memberikan kesempatan pada siswa untuk menyelidiki, mencari informasi, menguji informasi, serta membentuk hipotesis berupa pertanyaan, asumsi, atau pendapat. Arahan yang tepat dapat mendorong siswa untuk lebih kritis dan kolaboratif dalam mengeksplorasi ide baru dalam hal ini berkaitan dengan pemodelan dan mengembangkan solusi inovatif terhadap proyek matematis yang kompleks. Kegiatan siswa dalam fase ini antara lain: (1) siswa membangun pengetahuan lewat berbagai pengajuan masalah matematis baru dengan mengeksplor kembali pengetahuan yang sudah dimiliki; (2) siswa mencari informasi atau materi yang berkaitan dengan masalah matematis dan mendaftar sifat-sifat/atributnya untuk memecahkan masalah atau menjawab masalah yang diajukan; (3) siswa bekerja dalam kelompok, bernalar dan berkomunikasi, mencari ide matematis maupun alternatif solusi suatu masalah sebagai langkah awal penyelesaian proyek matematis yang disediakan.

Fase 3: Design

Fase desain dalam pembelajaran merujuk pada tahap dimana informasi atau pengetahuan yang telah didapat pada fase sebelumnya diproses, dikonstruksi, dan disajikan melalui proses desain proyek dalam berbagai bentuk yang mempermudah pemahaman siswa. Tahap ini memungkinkan siswa untuk merepresentasikan simbol, gambar, grafik, atau bentuk lain yang menggambarkan atau mewakili ide atau konsep tertentu. Selain itu, dalam mendesain proyek siswa diajak untuk merepresentasikan dan memahami materi dengan berbagai representasi visual dan kinestetik sehingga membantu meningkatkan daya ingat pada diri siswa karena melibatkan lebih banyak indera yang mendorong kemampuan berpikir kritis matematis dan mencari cara baru untuk mengungkapkan ide-ide baru sesuai dengan gaya belajar siswa dalam sebuah kelompok. Kegiatan siswa dalam fase ini antara lain: (1) siswa melakukan re-desain berdasarkan representasi hasil konstruksi pengetahuan pada fase sebelumnya; (2) siswa melakukan desain untuk menemukan teori baru terhadap penyelesaian proyek yang disediakan menggunakan teks/deskriptif; (3) siswa melakukan presentasi dengan menuangkan desain penyelesaian proyek yang menarik.

Fase 4: Asesmen

Fase asesmen ini memberikan kesempatan pada siswa untuk melakukan *review* ulang (*overview*) terhadap desain proyek yang telah dihasilkan. Tahap ini tentu memberikan dampak krusial dalam proses pembelajaran, karena sangat berperan dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis, disposisi matematis, komunikasi dan presentasi dalam diri siswa. Selain itu, tahap ini penting dalam menyampaikan berbagai ide atau refleksi terhadap penyempurnaan penyelesaian proyek. Tahap ini melibatkan penyampaian solusi lain, wawasan tambahan, atau rekomendasi yang masih perlu dikembangkan serta dianalisis dalam proses penyempurnaan proyek sebelum benar-benar disampaikan kepada teman sejawat melalui berbagai media seperti laporan, presentasi, atau demonstrasi (penggunaan produk proyek berupa alat peraga, atau alat bantu lainnya). Kegiatan siswa dalam fase ini yaitu sebagai berikut: (1) Siswa mencatat ringkasan solusi lain yang mungkin dikembangkan terhadap solusi penyelesaian proyek yang sudah disusun; (2) siswa membuat rancangan asesmen terhadap proyek yang diberikan baik berupa penambahan teori baru, ataupun produk baru dalam proyek tersebut.

Fase 5: Evaluasi

Fase evaluasi dalam pembelajaran ini merupakan tahap kunci untuk menilai efektivitas dan kualitas proses pembelajaran matematika yang telah dilakukan. Evaluasi ini tidak hanya mencakup kegiatan presentasi dan evaluasi terhadap proses yang telah terselesaikan pada proyek yang telah diberikan, tetapi hendaknya juga perlu mengukur hasil belajar siswa, dan evaluasi model pembelajaran dan mengidentifikasi area yang membutuhkan peningkatan. Evaluasi yang dilakukan mencakup: (1) ungkapan perasaan dan pengalaman dalam proses presentasi proyek yang telah diselesaikan; (2) diskusi dan interpretasi teori baru yang mungkin dapat digunakan untuk menjawab permasalahan; (3) umpan balik berkelanjutan dalam konteks pembelajaran berbasis teknologi saat ini. Selain itu, terdapat dua pendekatan yang dilakukan dalam proses pembelajaran pada model ini, dan masing-masing memberikan wawasan berbeda tentang efisiensi pembelajaran. Evaluasi formatif melibatkan umpan balik yang bersifat sementara berupa perbaikan untuk melakukan transformasi terhadap proses pengajaran, sementara evaluasi sumatif dilakukan setelah pelaksanaan pembelajaran sehingga memungkinkan memberi analisis lebih kuat terhadap efektivitas proses pembelajaran secara keseluruhan. Kegiatan siswa pada fase ini sebagai berikut: (1) siswa melakukan diskusi dan interpretasi teori baru yang mungkin dapat digunakan untuk menjawab permasalahan; (2) siswa mengungkapkan perasaan dan evaluasi bersama guru terhadap proses presentasi proyek yang telah diselesaikan; (3) siswa menjawab soal-soal berkaitan dengan materi

yang sudah dipelajari untuk menguatkan aplikasi permasalahan dalam kehidupan sehari-hari terhadap materi pada pertemuan hari itu; (4) refleksi terhadap model dan metode pengajaran yang dilakukan; (5) perbaikan dan pengayaan terhadap peningkatan kualitas pembelajaran.

Oleh karena itu, model PEMPP memiliki keterhubungan dalam proses peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis dan disposisi matematis siswa. Fase orientasi, siswa diperkenalkan pada konteks masalah berbasis sosial budaya untuk membangun pemahaman awal dan peningkatan indikator motivasi pada disposisi matematis siswa. Fase investigasi mendorong siswa mengeksplorasi, menganalisis, dan merumuskan hipotesis secara kolaboratif sehingga diharapkan mampu membangun kemampuan berpikir kritis matematis yang kompleks. Selanjutnya, pada fase desain, siswa merepresentasikan dan mengembangkan solusi melalui berbagai bentuk visual dan presentasi yang harapannya dapat memberikan efek signifikan terhadap indikator interpretasi serta aspek disposisi matematis siswa. Fase asesmen memberi ruang untuk meninjau, merefleksi, dan menyempurnakan hasil kerja. Terakhir, fase evaluasi menilai proses dan hasil pembelajaran secara menyeluruh melalui refleksi, diskusi, dan umpan balik, sehingga tahapan ini secara sistematis melatih siswa berpikir kritis matematis, aktif, dan memiliki sikap positif terhadap disposisi matematis di dalamnya.

3. Simpulan

Kemampuan berpikir kritis merupakan salah satu kemampuan matematis yang sangat penting untuk dikembangkan dan harus dimiliki oleh setiap siswa. Indikator kemampuan berpikir kritis matematis pada penelitian ini adalah (1) interpretasi; (2) generalisasi; (3) strategi; (4) evaluasi; (5) explaining and creating; (6) penyimpulan. Selain itu, dalam penelitian ini juga dikembangkan beberapa indikator disposisi matematis diantaranya: (a) terbuka dan rasional; (b) rasa ingin tahu; (c) teliti; (d) proporsional; (e) percaya diri; (f) sistematis; dan (g) memiliki keyakinan. Akan tetapi, fakta di lapangan menunjukkan bahwa keduanya memang memiliki capaian yang masih sangat rendah dalam pembelajaran matematika, sehingga perlu dicari solusi salah satunya dengan mengembangkan sebuah model pembelajaran yaitu, model *Project Etnosains and Mathematics Problem Posing* (PEMPP). Berdasarkan hasil kajian teori didapatkan fakta bahwa model PEMPP memberikan efek yang signifikan terhadap pengembangan kemampuan berpikir kritis dan disposisi matematis siswa, sehingga dirasa perlu dilakukan penelitian lebih lanjut secara kualitatif maupun kuantitatif untuk memperkuat proses pengembangan tahap selanjutnya. Selain itu, perlu juga dilakukan tahap pengembangan secara khusus dalam hal perangkat pembelajaran maupun media terkait dengan model PEMPP khususnya pada pengembangan kemampuan berpikir kritis dan disposisi matematis siswa dalam pembelajaran matematika.

Daftar Pustaka

- Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Project based learning integrated to stem to enhance elementary school's students scientific literacy. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(2), 261–267. <https://doi.org/10.15294/jpii.v5i2.5493>
- Agustina, R., Farida, N., Wicaksono, S., Rahmawati, Y., Istiani, A., & Arnidha, Y. (2020). Experimentation of problem-based learning model on critical thinking ability in learning number theory. In *Journal of Physics: Conference Series*, 1467(1), p. 012035. IOP Publishing.
- Aizikovitsh-Udi, E., & Cheng, D. (2015). Developing critical thinking skills from dispositions to abilities: mathematics education from early childhood to high school. *Creative Education*, 06(04), 455–462. <https://doi.org/10.4236/ce.2015.64045>
- Aktaş, G. S., & Ünlü, M. (2013). Critical thinking skills of teacher candidates of elementary mathematics. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 93, 831–835.

<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.09.288>

- Allan, P. (2007). The benefits and impacts of a coaching and mentoring programme for teaching staff in secondary school. *International Journal of Evidence Based Coaching and Mentoring*, 5(2), 12–21.
- Altan, S., Lane, J. F., & Dottin, E. (2019). Using habits of mind, intelligent behaviors, and educational theories to create a conceptual framework for developing effective teaching dispositions. *Journal of Teacher Education*, 70(2), 169–183.
- Amineh, R. J., & Asl, H. D. (2015). Review of constructivism and social constructivism. *Journal of Social Sciences, Literature and Languages*, 1(1), 9–16.
- Anjariyah, D., Juniati, D., Yuli, T., & Siswono, E. (2018). Critical thinking skill of high-performance mathematics teacher in solving mathematical problem. *Advances in Intelligent Systems Research (AISR)*, 157, 138–141.
- Anjariyah, D., Juniati, D., Yuli, T., & Siswono, E. (2018). Critical thinking skill of high-performance mathematics teacher in solving mathematical problem. *Advances in Intelligent Systems Research (AISR)*, 157, 138–141.
- Arends, R., & Kilcher, A. (2010). *Teaching for student learning*. New York: Routledge.
- Arfianawati, S., & Sumarni, W. (2016). Model pembelajaran kimia berbasis etnosains untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. *Jurnal Pengajaran MIPA*, 21, 46–51. <https://doi.org/10.18269/jpmipa.v21i1.669>
- As'ari, A. R., Mahmudi, A., & Nuerlaelah, E. (2017). Our prospective mathematic teachers are not critical thinkers yet. *Journal on Mathematics Education*, 8(2), <https://doi.org/10.22342/jme.8.2.3961.145-156>
- Atmojo, S. E., Anggriani, M. D., Rahmawati, R. D., Skotnicka, M., Wardana, A. K., & Anindya, A. P. (2025). Bridging STEM and culture: The role of ethnoscience in developing critical thinking and cultural literacy. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 14(2).
- Au, K. H. (1998). Social constructivism and the school literacy learning of students of diverse backgrounds. *Journal of Literacy Research*, 30(2), 297–319.
- Aybek, B., & Aslan, S. (2017). The relationship between prospective teachers' critical thinking dispositions and their educational philosophies. *Universal Journal of Educational Research*. <https://doi.org/10.13189/ujer.2017.050403>
- Bahri, M., Susilo, B. E., & Sutarto, H. (2024). Students' critical thinking abilities based on cognitive style in STEM-integrated problem-based learning. *Journal of Hunan University Natural Sciences*, 51(1). <https://doi.org/10.55463/issn.1674-2974.51.1.8>
- Bakir, S. (2015). Critical thinking dispositions of pre-service teachers. *Educational Research and Review*, 10(2), 225–233. <https://doi.org/10.5897/ERR2014.2021>
- Bandura, A. (2009). Social cognitive theory of mass communication. In *Media Effects*, 110–140.
- Baran, M., Baran, M., Karakoyun, F., & Maskan, A. (2021). The influence of project-based STEM (PjBL-STEM) applications on the development of 21st-century Skills. *Journal of Turkish Science Education*, 18(4), 798–815. <https://doi.org/10.36681/tused.2021.104>
- Barger, M. M., Perez, T., Canelas, D. A., & Linnenbrink-Garcia, L. (2018). Constructivism and personal epistemology development in undergraduate chemistry students. *Learning and Individual Differences*, 63, 89–101.
- Basri, H., Purwanto, As'ari, A. R., & Sisworo. (2019). Investigating critical thinking skill of junior high school in solving mathematical problem. *International Journal of Instruction*, 12(3), 745–758. <https://doi.org/10.29333/iji.2019.12345a>

- Baumanns, L. (2022). Identifying metacognitive behavior in problem-posing processes: development of a framework and a proof of concept. In *Mathematical Problem Posing: Conceptual Considerations and Empirical Investigations for Understanding the Process of Problem Posing*, 189–223. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Biber, A. C., Tuna, A., & Incikabi, L. 2013. An investigation of critical thinking dispositions of mathematics teacher candidates. *Educational Research*, 4(2), 2141–5161. Retrieved from <http://www.interestjournals.org/ER>
- Boaler, J. O. (1997). Mathematics: The girls fight back. *Gender and Education*, 9(3), 285–305. <https://doi.org/10.1080/09540259721268>
- Bruner, J. S. (2006). *In search of pedagogy volume I: The selected works of Jerome Bruner*. Routledge.
- Cai, J., & Rott, B. (2024). On understanding mathematical problem-posing processes. *ZDM—Mathematics Education*, 56(1), 61–71.
- Christou, C., Mousoulides, N., Pittalis, M., Pitta-Pantazi, D., & Sriraman, B. (2005). An empirical taxonomy of problem-posing process. *ZDM—Mathematics Education*, 37(3), 149–158. <https://doi.org/10.1007/s11858-005-0004-6>
- Cook, A. E. (2009). Measurement of cognitive load during multimedia learning activities. In *Cognitive Effects of Multimedia Learning*, 34–50.
- Cortázar, C., Nussbaum, M., Harcha, J., Alvares, D., López, F., Goñi, J., & Cabezas, V. (2021). Promoting critical thinking in an online, project-based course. *Computers in Human Behavior*, 119. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106705>
- Cottrell, S. (2005). *Critical thinking skills: developing effective analysis and argument*. New York, N.Y: Palgrave Macmillan.
- Creswell, J. W. (2021). A concise introduction to mixed methods research. *SAGE Publications*.
- Darby, N. M., & Rashid, A. M. (2017). Critical thinking disposition: the effects of infusion approach in engineering drawing. *Journal of Education and Learning*, 6(3). <https://doi.org/10.5539/jel.v6n3p305>
- Dastpak, M., Karami, M., & Zare, H. (2017). The role of mediation in Vygotsky’s sociocultural theory. *International Journal of Educational Investigations*, 4(1), 1–10.
- Dewi, C. A., Erna, M., Martini, Haris, I., & Kundera, I. N. (2021). Effect of contextual collaborative learning based ethnoscience to increase student’s scientific literacy ability. *Journal of Turkish Science Education*, 18(3), 525–541. <https://doi.org/10.36681/tused.2021.88>
- Divrik, R. (2023). Effect of teaching mathematics supported by problem-posing strategies on problem-posing skills. *International Journal of Modern Education Studies*, 7(2).
- Dolapcioglu, S., & Doğanay, A. (2022). Development of critical thinking in mathematics classes via authentic learning: an action research. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 53(6), 1363–1386. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2020.1819573>
- Drăghicescu, L. M., Petrescu, A. M. A., Stăncescu, I., & Gorghiu, L. M. (2018). The relevance of continuous training programmes dedicated for teachers from pre-university education. *Revista Romaneasca Pentru Educatie Multidimensionala*, 10(3), 6–16. <https://doi.org/10.18662/rrem/58>
- Dul Aji, S. (2017). Etnosains dalam membentuk kemampuan berpikir kritis dan kerja ilmiah. *Seminar Nasional Pendidikan Fisika III*, 1–5. <http://e-journal.unipma.ac.id/index.php/snpf>
- Erkan, B., & Kar, T. (2022). Pre-service mathematics teachers’ problem-formulation processes: Development of the revised active learning framework. *The Journal of Mathematical Behavior*, 65, 100918.

- Facione, P. A. (1990). *Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction*. California: California Academic Press.
- Facione, P. A. (2000). The disposition toward critical thinking: its character, measurement, and relationship to critical thinking skill. *Informal Logic*, <https://doi.org/10.22329/il.v20i1.2254>.
- Facione, P. A., Sánchez, C. A., Facione, N. C., & Gainen, J. (1995). The disposition toward critical thinking. *The Journal of General Education*, 44(1), 1–25. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/27797240>
- Fisher, D., Kusumah, Y. S., & Dahlan, J. A. (2020, October). Project-based learning in mathematics: A literatur review. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1657, No. 1, p. 012032). IOP Publishing.
- Gainsburg, J. (2007). The mathematical disposition of structural engineers. *Journal for Research in Mathematics Education*, 38(5), 477–506. <https://doi.org/10.2307/30034962>
- Gunter, M. A., Estes, T. H., & Schwab, J. H. (1990). *Instruction: A models approach*. Allyn and Bacon.
- Hadi, S. (2019). *TIMSS indonesia (trends in international mathematics and science study)*. Prosiding Seminar Nasional and Call of Papers Program Studi Magister Pendidikan Matematika Universitas Siliwangi.
- Huda, N., & Syafmen, W. (2021). The relationship between students' mathematical disposition and their learning outcomes. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 15(3), 376–382.
- Irani T, Rudd R, Gallo M. (2007). *Critical thinking instrumentation manual*. Gainesville, FL.: University of Florida.
- Jacinda, A., Surtikanti, H., & Riandi, R. (2023). Pembelajaran berbasis etnosains pada materi biologi untuk meningkatkan prestasi belajar siswa: kajian literatur. *Asian Journal Collaboration of Social Environment and Education AJCSEE*, 1(1). <https://doi.org/10.61511/ajcsee.v1i1>
- Janjai, S. (2012). Improvement of the ability of the students in an education program to design the lesson plans by using an instruction model based on the theories of constructivism and metacognition. *Procedia Engineering*, 32, 1163–1168.
- Jarvis, S. (2000). Methodological rigor in the study of transfer: identifying L1 influence in them interlanguage lexicon. *Language Learning*, 50(2), 245–309. <https://doi.org/10.1111/0023-8333.00118>
- Jing, S. (2021). Discussion on the logical basis of critical thinking. *International Journal of Philosophy*, 9(2), 100. <https://doi.org/10.11648/j.ijp.20210902.14>
- Joyce, B., Weil, M., & Calhoun, E. (2009). *Models of Teaching (eight edition)*. Allyn & Bacon.
- Junisbayeva, S. (2020). Project-based learning as an approach to develop critical thinking skills: a literature review. In *Proceedings of International Young Scholars Workshop*, 9.
- Kang, F. L. (2015). Contribution of emotional intelligence towards graduate students' critical thinking disposition. *International Journal of Education & Literacy Studies*, 3(4), 2202–9478. <https://doi.org/10.7575/aiac.ijels.v3n.4p.6>
- Karagöl, İ., & Bekmezci, S. (2015). Investigating academic achievements and critical thinking dispositions of teacher candidates. *Journal of Education and Training Studies*. <https://doi.org/10.11114/jets.v3i4.834>
- Kasim, M., Jumadi, J., & Mundilarto, M. (2025). Ethnoscience in physics learning: a systematic literature review. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 10(1), 158. <https://doi.org/10.26737/jipf.v10i1.6079>
- Khoiri, A., & Sunarno, W. (2018). Pendekatan etnosains dalam tinjauan filsafat: implementasi model pembelajaran STEM: science, technology, engineering and mathematic. *SPEKTRA*, 4(2), 145–153.

- King, A. D. (1994). Moduli of representations of finite dimensional algebras. *The Quarterly Journal of Mathematics*, 45(4), 515–530.
- King, P. M., & Kitchener, K. (1994). *Developing reflective judgment: understanding and promoting intellectual growth and critical thinking in adolescents and adults*. San Francisco: Jossey Bass.
- Kolb, D. A. (2014). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. In FT Press.
- Kurniati, D., Purwanto, P., As'ari, A.R., & Dwiyan, D. (2019). The truth-seeking and open-mindedness of pre-service mathematics teachers in the solution of non-routine problems. *International Journal of Instruction*, 12(1), 915 - 930.
- Kurniawan, A., Juliangkary, E., Kurniati, R., Ismayati, F. Y., & Mursali, S. (2024). Penerapan model inquiry based learning untuk meningkatkan minat dan pemahaman matematika siswa kelas X SMKN 1 Dompu. *Jurnal Ilmiah Mandalika Education (MADU)*, 2(2), 349–361. <https://doi.org/10.36312/madu.v2i2.230>
- Kusmaryono, I., Suyitno, H., Dwijanto, D., & Dwidayati, N. (2019). The effect of mathematical disposition on mathematical power formation: review of dispositional mental functions. *International Journal of Instruction*, 12(1), 343-356.
- Lai, E. R. (2011). *Critical thinking: a literature review research report*. <http://www.pearsonassessments.com/research>
- Lazonder, A. W., & Harmsen, R. (2016). Meta-analysis of inquiry-based learning: Effects of guidance. *Review of Educational Research*, 86(3), 681–718. <https://doi.org/10.3102/0034654315627366>
- Li, S., Qi, C., & Li, R. (2025). The conceptualization of mathematics teachers' professional competence in project-based learning contexts. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 21(7), em2660.
- Liljedahl, P., & Cai, J. (2021). Empirical research on problem solving and problem posing: A look at the state of the art. *ZDM—Mathematics Education*, 53(4), 723-735.
- Lin, S. W. (2016). A longitudinal study for types and changes of students' mathematical disposition. *Universal Journal of Educational Research*, 4(8), <https://doi.org/10.13189/ujer.2016.040821>
- Lipman, M. (1987). Critical thinking: what can it be. *Analytic Teaching*, 8(1), 5–12.
- Martin, G. (2021). *Constructivism in mathematics education*. In *Encyclopedia of Mathematics Education*. Springer Netherlands.
- Mayer, R. E. (2002). Cognitive theory and the design of multimedia instruction: an example of the two-way street between cognition and instruction. *New Directions for Teaching and Learning*, 2002(89), 55–71. <https://doi.org/10.1002/tl.47>
- Merriam, S. B. (2015). *Qualitative research: handbook of research on scholarly publishing and research methods*. 125–140. <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-7409-7.ch007>
- Mogashoa, T. (2014). Applicability of constructivist theory in qualitative educational research. *American International Journal of Contemporary Research*, 4(7), 51-59.
- Monrat, N., Phaksunchai, M., & Chonchaiya, R. (2022). Developing students' mathematical critical thinking skills using open-ended questions and activities based on student learning Preferences. *Education Research International*, 2022, 1. <https://doi.org/10.1155/2022/3300363>
- Monteleone, C., Miller, J., & Warren, E. (2023). Conceptualising critical mathematical thinking in young students. *Mathematics Education Research Journal*, 35(2), 339–359. <https://doi.org/10.1007/s13394-023-00445-1>
- Muir, T., Beswick, K., Callingham, R., & Jade, K. (2016). Experiencing teaching and learning

- quantitative reasoning in a project-based context. *Mathematics Education Research Journal*, 28(4), 479-501.
- NCTM. (2007). *Teaching mathematics today: Improving practice, improving student learning* (2nd ed.). Reston, VA: Author.
- Noor, F., & Ranti, M. G. (2019). Hubungan antara kemampuan berpikir kritis dengan kemampuan komunikasi matematis siswa SMP pada pembelajaran matematika. *Math Didactic: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(1), 75–82. <https://doi.org/10.33654/math.v5i1.470>
- Nur, O., Fitriani, I., Setiawan, D. B. (2017). Efektivitas modul IPA berbasis etnosains terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 2(2), 71–76. <http://journal.unesa.ac.id/index.php/jppipa>
- Nurhadi, N. (2020). Teori Kognitivisme serta aplikasinya dalam pembelajaran. *EDISI*, 2(1), 77–95. <https://doi.org/10.36088/edisi.v2i1.786>
- OECD. (2016). *PISA 2015 assessment and analytical framework*. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264255425-en>
- Özkahraman, Ş. (2012). Investigation of critical thinking disposition in a university hospital of nurses working in Turkey. *International Journal of Applied Science and Technology*, 2(3), 143–149.
- Pass, S. (2007). When constructivists Jean Piaget and Lev Vygotsky were pedagogical collaborators: a viewpoint from a study of their communications. *Journal of Constructivist Psychology*, 20(3), 277–282. <https://doi.org/10.1080/10720530701347944>
- Patton, M. Q. (2014). *Qualitative research & evaluation methods: Integrating theory and practice*. Sage publications.
- Paul, R., & Elder, L. (2019). *The miniature guide to critical thinking concepts and tools*. Rowman & Littlefield.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., De Jong, T., Van Riesen, S. A., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C. & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry based learning: definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Perkins, C., & Murphy, E. (2006). *Identifying and measuring individual engagement in critical thinking in online discussions: An exploratory case study*.
- Perkins, D. N. (1999). The many faces of constructivism. *Educational Leadership*, 57(3), 6–11.
- Polking, J. (1998). *Response to NCTM's round 4 questions [Online]* In <http://www.ams.org/government/argrpt4.html>.
- Pratiwi, E. T., & Setyaningtas, E. W. (2020). Kemampuan berpikir kritis siswa SD dengan model pembelajaran problem based learning dan model pembelajaran project based learning. *Basiedu*, 4(2). <https://jbasic.org/index.php/basicedu>
- Ratna Sari, D. (2020). The analysis of mathematical critical thinking skills of students in junior high school. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 422, 123–126.
- Sachdeva, S., & Eggen, P.-O. (2021). Learners' critical thinking about learning mathematics. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 16(3), em0644. <https://doi.org/10.29333/iejme/11003>
- Sanchez, S. L., & Athanases, S. Z. (2023). Dialogic teacher inquiry: the case of a preservice teacher learning to facilitate class discussion. *Dialogic Pedagogy*, 11(1). <https://doi.org/10.5195/dpj.2023.482>
- Santos-Trigo, M. (2020). *Problem-solving in mathematics education*. (Encyclopedia of mathematics

education (ed.)).

- Sasson, I., Yehuda, I., & Malkinson, N. (2018). Fostering the skills of critical thinking and question-posing in a project-based learning environment. *Thinking Skills and Creativity*, 29, 203–212. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.08.001>
- Serin, H. (2023). Teaching mathematics: the role of project-based learning. *International Journal of Social Sciences & Educational Studies*, 10(2). <https://doi.org/10.23918/ijsses.v10i2p378>
- Setiana, D. S., Purwoko, R. Y., & Sugiman, S. (2021). The application of mathematics learning model to stimulate mathematical critical thinking skills of senior high school students. *European Journal of Educational Research*, 10(1), 509–523.
- Setyawan, D., Anas, A., Nasir, M., & Fadly, D. (2024). Enhancing students' mathematical critical thinking skills through a geogebra integrated project-based learning model. *Journal of Ecohumanism*, 3(8). <https://doi.org/10.62754/joe.v3i8.5419>
- Siller, H. S., Vorhölter, K., & Just, J. (2025). Problem posing as a way of promoting individual mathematical thinking in stem contexts—the case of climate change: H.-S. Siller et al. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 23(6), 2113–2133.
- Silver, E. A. (2013). Problem-posing research in mathematics education: looking back, looking around, and looking ahead. *Educational Studies in Mathematics*, 83(1), 157–162. <https://doi.org/10.1007/s10649-013-9477-3>
- Silver, E. A., & Cai, J. (1996). An analysis of arithmetic problem posing by middle school students. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27(5), 521–539.
- Siswono, T. Y. E. (2010). Levelling students' creative thinking solving and posing mathematical problem. *Indonesian Mathematical Society Journal on Mathematics Education*, 1(1), 17–40.
- Slavin, R. E., & Davis, N. (2006). *Educational psychology: theory and practice (8th ed.)*. MA: Pearson.
- Smerdon, B. A., Burkam, D. T., & Lee, V. E. (1999). Access to constructivist and didactic teaching: who gets It? where is it practiced?. *Teachers College Record: The Voice of Scholarship in Education*, 101(1), 5–34. <https://doi.org/10.1111/0161-4681.00027>
- Stake, R. (1995). *Case study research*. Cham: Springer.
- Sternberg, R. J. (1986). *Critical thinking: its nature, measurement, and improvement*.
- Stoilescu, D. (2016). Aspects of theories, frameworks and paradigms in mathematics education research. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 4(2), 140–154. <https://doi.org/10.30935/scimath/9460>
- Stoyanova, E. (1999). Extending students' problem solving via problem posing. *The Australian Mathematics Teacher*, 55(3), 29–35.
- Su, H. F., Ricci, F. A., & Mnatsakanian, M. (2016). Mathematical teaching strategies: Pathways to critical thinking and metacognition. *International Journal of Research in Education and Science*, 2(1), 190–200. www.ijres.net
- Sudarmin. (2014). Pendidikan karakter, etnosains, dan kearifan lokal: konsep dan penerapannya dalam penelitian dan pembelajaran sains. *FMIPA UNNES*, ix–138.
- Sugeng, B., & Suryani, A. W. (2020). Enhancing the learning performance of passive learners in a Financial Management class using Problem-Based Learning. *Journal of University Teaching and Learning Practice*, 17(1), 1–21.
- Sugiyanti & Prasetyowati, D. (2017). Profil disposisi matematis mahasiswa program studi pendidikan matematika universitas PGRI Semarang. *JIPMat*, 2(2), 146–157.
- Supriyadi, S., Haeruddin, H., & Nurjannah, N. (2016). Peningkatan kemampuan memecahkan masalah

- antara model penalaran kausal berbasis etnosains dan sains modern. *Jurnal Riset Dan Kajian Pendidikan Fisika*, 3(2), 35. <https://doi.org/10.12928/jrkpf.v3i2.5142>
- Tishman, S., Jay E., Perkins D.N. (1993). Teaching thinking dispositions: from transmission to enculturation. *Theory Into Practice*, 32(3): 147–153.
- Turner, R.C., Keiffer, E.A. & Salamo, G. J. (2018). Observing inquiry-based learning environments using the scholastic inquiry observation instrument. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16, 1455–1478. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9843-1>
- Ültay, N., & Çalik, M. (2015). A comparison of different teaching designs of ‘acids and bases’ subject. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(1), 57-86.
- Verawati, N. N. S. P., Rokhmat, J., Harjono, A., Makhrus, M., & Sukarso, A. S. (2025). Integrating Ethnoscience-PBL and Virtual Technology to Improve Critical Thinking Skills: A Literature Review and Model Design. *TEM Journal*, 14(2).
- Vhalery, R., Setyastanto, A. M., & Alfilail, S. N. (2021). Pembelajaran berbasis online “Zoom” pada kesiapan belajar mahasiswa di masa pandemi COVID 19. *Research and Development Journal of Education*, 7(1), 215–225. <https://doi.org/10.30998/rdje.v7i1.9329>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: the development of higher psychological processes*. MA: Harvard University Press.
- Wei, B., Wang, H., Li, F., Long, Y., Zhang, Q., Liu, H., Tang, X., & Rao, M. (2024). Effectiveness of problem-based learning on development of nursing students’ critical thinking Skills: a systematic review and meta-analysis. *Nurse Educator*, 49(3), E115–E119. <https://doi.org/10.1097/NNE.0000000000001548>
- Wertsch, J. V., del Río, P., & Alvarez, A. (2007). *Sociocultural studies of mind*. Cambridge University Press.
- Yang, S., Zhu, S., Qin, W., Mai, Y., Guo, Q., & Li, H. (2025). Assessing the impact of problem-based digital learning on mathematics proficiency and creative problem solving for vocational high students. *Education and Information Technologies*, 30(16), 23791-23816.
- Yin, R. K. (2018). *Case Study Research and Applications: Design and Methods (6th ed.)*. CA: Sage.
- Zetriuslita, H., Ariawan, R., & Nufus, H. (2016). Students’ critical thinking ability: description based on academic level and gender. *Journal of Education and Practice*, 7(12). www.iiste.org
- Zhang, L., Cai, J., Song, N., Zhang, H., Chen, T., Zhang, Z., & Guo, F. (2022). Mathematical problem posing of elementary school students: the impact of task format and its relationship to problem solving. *ZDM—Mathematics Education*, 54(3), 497–512. <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01324-4>