



Penerapan Model Pembelajaran *Challenge Based-Learning* Berbantuan *Deep Learning* terhadap Kemampuan Koneksi Matematis Siswa

Maulana Nur Sa'bani^{a,*}, Adi Satrio Ardiansyah^a

^aUniversitas Negeri Semarang, Kampus UNNES Sekaran, Gunungpati, Kota Semarang 50229, Indonesia

*Alamat Surel: maulsabani01@students.unnes.ac.id

Abstrak

Rendahnya kemampuan koneksi matematis siswa yang masih ditandai pembelajaran prosedural dan kurangnya keterkaitan konsep dengan konteks nyata menunjukkan adanya masalah mendasar dalam pembelajaran matematika. Berbagai inovasi pembelajaran telah diterapkan, namun sebagian besar belum secara eksplisit memadukan konteks dunia nyata dengan proses kognitif yang mendalam untuk menumbuhkan koneksi antar representasi, antar topik, serta penerapan matematika dalam kehidupan sehari-hari. Kesenjangan ini menegaskan urgensi hadirnya strategi pembelajaran yang mampu mengintegrasikan pendekatan kontekstual dengan pembelajaran bermakna. Integrasi *Challenge-Based Learning* (CBL) dengan pendekatan *Deep Learning* dipandang berpotensi menjawab kebutuhan tersebut. Tujuan artikel ini adalah mengkaji secara konseptual bagaimana integrasi CBL dan *Deep Learning* dapat memfasilitasi pengembangan kemampuan koneksi matematis siswa. Metode yang digunakan adalah studi literatur dengan menganalisis sintaks CBL (*engage, investigate, act*), karakteristik *Deep Learning* (*mindful, meaningful, joyful*), serta indikator koneksi matematis. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada setiap sub-tahap CBL, proses kognitif *Deep Learning* secara operasional memfasilitasi indikator koneksi matematis, mulai dari koneksi antar representasi, koneksi prosedural, koneksi antar topik, hingga penerapan matematika dalam konteks nyata. Dengan demikian, integrasi CBL dan *Deep Learning* menghadirkan pembelajaran yang kontekstual sekaligus konseptual, sehingga siswa membangun pemahaman bermakna melalui keterkaitan pengetahuan. Kesimpulannya, integrasi kedua pendekatan ini memiliki landasan teoretis dan operasional yang kuat untuk memperkuat kemampuan koneksi matematis siswa dalam pembelajaran matematika abad ke-21.

Kata kunci:

Challenge-Based Learning, Deep Learning, Kemampuan Koneksi Matematis

© 2026 Dipublikasikan oleh Jurusan Matematika, Universitas Negeri Semarang

1. Pendahuluan

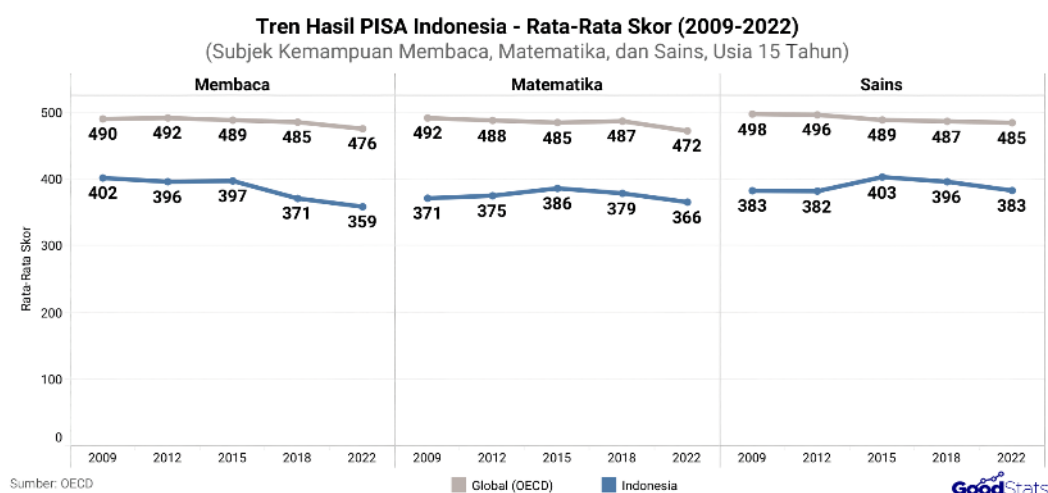
Perubahan paradigma pendidikan abad ke-21 menuntut proses pembelajaran yang tidak lagi berorientasi pada transfer informasi, tetapi pada pengembangan kemampuan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif. Dalam pembelajaran matematika, tuntutan tersebut tercermin pada pentingnya kemampuan koneksi matematis, yaitu kemampuan siswa dalam mengaitkan konsep antar topik matematika serta menghubungkannya dengan konteks kehidupan nyata. Kemampuan ini memungkinkan siswa memahami matematika tidak hanya secara prosedural, tetapi juga secara konseptual dan aplikatif, sehingga pengetahuan yang dimiliki dapat digunakan secara fleksibel dalam menyelesaikan permasalahan dunia nyata (Siregar *et al.*, 2023).

Secara operasional, kemampuan koneksi matematis dapat diidentifikasi melalui beberapa indikator. Hendriana (2017) mengemukakan bahwa indikator kemampuan koneksi matematis meliputi: (a) mencari

To cite this article:

Sa'bani, M. N., & Ardiansyah, A. S. (2026). Penerapan Model Pembelajaran Challenge-Based Learning Berbantuan Deep Learning terhadap Kemampuan Koneksi Matematis Siswa. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika 9*, 229-236

hubungan antar berbagai representasi konsep dan prosedur serta memahami hubungan antar topik matematika; (b) memahami representasi ekuivalen dari konsep yang sama serta menemukan keterkaitan antara satu prosedur dengan prosedur lain dalam representasi yang ekuivalen; (c) mencari hubungan berbagai representasi konsep dan prosedur; (d) menggunakan koneksi antar topik matematika maupun antara topik matematika dengan topik lain; serta (e) menggunakan matematika dalam bidang studi lain atau dalam kehidupan sehari-hari. Indikator-indikator tersebut menegaskan bahwa koneksi matematis berperan penting dalam membangun pemahaman konseptual yang utuh sekaligus fleksibilitas berpikir siswa dalam menyelesaikan masalah secara bermakna.



Gambar 1. Hasil PISA Indonesia 2022.

Namun, kondisi empiris menunjukkan bahwa kemampuan tersebut masih belum berkembang secara optimal pada siswa di Indonesia. Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Hasil PISA 2022 memperlihatkan bahwa sebagian besar siswa Indonesia berada pada Level 1b (36,0%) dan Level 1a (33,8%). Level ini mengindikasikan bahwa siswa umumnya hanya mampu menyelesaikan permasalahan matematika yang bersifat sangat dasar dan prosedural. Sebaliknya, pada level yang menuntut kemampuan penalaran, pemodelan, dan keterkaitan konsep yang lebih kompleks, persentase siswa Indonesia sangat kecil, yaitu 3,8% pada Level 3, 0,5% pada Level 4, serta 0% pada Level 5 dan 6. Distribusi ini berbeda jauh dengan rata-rata OECD yang didominasi oleh siswa pada Level 2 hingga Level 4. Temuan ini menunjukkan bahwa siswa Indonesia masih mengalami keterbatasan dalam menghubungkan konsep-konsep matematika, baik dalam satu topik maupun antar topik matematika, serta dalam mengaplikasikan konsep tersebut pada konteks kehidupan nyata (Angelina & Effendi, 2021). Rendahnya kemampuan koneksi matematis ini mengindikasikan bahwa siswa di Indonesia masih belum berkembang secara optimal. Kondisi ini mengisyaratkan bahwa pembelajaran matematika di sekolah masih cenderung berpusat pada guru (*teacher-centered learning*), berorientasi pada hafalan prosedur, dan belum sepenuhnya memberikan pengalaman belajar yang mampu mendorong siswa membangun keterkaitan antar konsep matematika secara bermakna dan kontekstual (Leijon *et al.*, 2022).

Berbagai inovasi pembelajaran telah dikembangkan untuk menjawab permasalahan tersebut. Salah satu pendekatan yang relevan adalah *Challenge Based Learning* (CBL), melalui kerangka pembelajaran berbasis tantangan dunia nyata. CBL menempatkan siswa sebagai pemecah masalah melalui penyelesaian tantangan kontekstual yang berangkat dari fenomena realistik di lingkungan sekitar. Model ini memiliki tiga fase utama, yaitu *engage*, *investigate*, dan *act*, serta dipandang sebagai bentuk spesifik dari pembelajaran berbasis masalah yang menekankan keaslian konteks dan tindakan nyata (Johnson *et al.*, 2009). Ketiga fase tersebut dijabarkan menjadi enam tahapan operasional, yaitu: *Big Idea*, *Essential Question*, *The Challenge*, *Guiding Question*, *Guiding Activity*, dan *Solution*. Struktur ini memungkinkan siswa untuk secara bertahap mengidentifikasi ide besar, merumuskan pertanyaan esensial,

mengeksplorasi tantangan melalui investigasi, hingga menghasilkan solusi nyata. Pendekatan ini terbukti mampu meningkatkan keterlibatan siswa karena mendorong keterkaitan berbagai konsep dalam situasi autentik (Leijon *et al.*, 2022).

Di sisi lain, pendekatan *Deep Learning* dalam konteks pendidikan tidak hanya dimaknai sebagai teknologi kecerdasan buatan, tetapi sebagai pendekatan pembelajaran yang menekankan pemahaman konseptual, refleksi mendalam, dan keterkaitan antar pengetahuan. Secara teoretis, *deep learning* bekerja melalui representasi bertingkat (*hierarchical representation*) yang memodelkan hubungan kompleks antar variabel melalui komposisi fungsi non-linear. Karakteristik ini mendukung terciptanya pengalaman belajar yang *meaningful* (bermakna), *mindful* (penuh kesadaran), dan *joyful* (menyenangkan), karena siswa didorong untuk menghubungkan pengetahuan baru dengan pengetahuan yang telah dimiliki melalui berbagai representasi. Prinsip ini selaras dengan proses kognitif siswa dalam membangun koneksi antar konsep matematika secara lebih mendalam (Bartlett *et al.*, 2021).

Meskipun *Challenge Based Learning* (CBL) yang dikembangkan oleh Apple Inc. dan pendekatan *Deep Learning* telah banyak dikaji secara terpisah dalam penelitian pendidikan, kajian yang mengintegrasikan kedua pendekatan tersebut secara khusus untuk mengembangkan kemampuan koneksi matematis siswa masih sangat terbatas. Padahal, CBL menyediakan konteks permasalahan nyata yang menuntut keterkaitan konsep, sementara *Deep Learning* menyediakan proses kognitif yang mendorong terbentuknya pemahaman konseptual yang mendalam. Integrasi keduanya berpotensi menciptakan lingkungan belajar yang kontekstual, reflektif, dan bermakna sehingga dapat secara langsung menumbuhkan kemampuan koneksi matematis siswa (Bartlett *et al.*, 2021).

Berdasarkan latar belakang tersebut, artikel ini bertujuan untuk mengkaji secara literatur penerapan model pembelajaran *Challenge Based Learning* berbantuan *Deep Learning* dalam meningkatkan kemampuan koneksi matematis siswa. Kajian ini diharapkan dapat memberikan landasan teoretis dan pedagogis bagi pengembangan pembelajaran matematika yang lebih kontekstual, mendalam, dan relevan dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21 (Siregar *et al.*, 2023).

2. Hasil dan Pembahasan

2.1. Challenge-Based Learning

Model *Challenge-Based Learning* (CBL) dikembangkan oleh *Apple Education* (2011) sebagai strategi pembelajaran kontekstual yang berbasis tantangan nyata (Johnson *et al.*, 2009). Penelitian (Sardi *et al.*, 2022) menunjukkan bahwa CBL merupakan pendekatan pembelajaran multidisipliner yang mengajak siswa untuk memanfaatkan teknologi dan berpikir kritis dalam memecahkan masalah dunia nyata. Dalam model ini, siswa dan guru bekerja sama (*co-learning*) untuk memahami isu-isu penting, mengusulkan solusi yang realistis, serta mengambil tindakan nyata berdasarkan hasil pembelajarannya. CBL menekankan keterlibatan aktif, kolaborasi, serta penciptaan solusi berbasis proyek.

Dalam implementasinya, CBL menempatkan guru dan siswa sebagai *co-learners* yang bersama-sama mengeksplorasi isu penting, merumuskan pertanyaan bermakna, menginvestigasi berbagai sumber informasi, hingga menghasilkan solusi yang realistis dan aplikatif. Model ini menekankan keterlibatan aktif siswa, kerja kolaboratif, proses investigasi berbasis data, refleksi, serta penciptaan solusi dalam bentuk proyek nyata. Dengan demikian, pembelajaran tidak berhenti pada pemahaman konsep, tetapi berlanjut pada tindakan yang berdampak.

(Nichols *et al.*, 2016) menjelaskan CBL terdiri atas tiga tahap utama yang saling berkaitan, yaitu *engage*, *investigate*, dan *act*. Pada tahap *engage*, siswa diperkenalkan pada *big idea* yang relevan dengan kehidupan mereka, kemudian merumuskannya menjadi *essential question* dan *challenge* yang akan diselesaikan. Tahap *investigate* mendorong siswa melakukan eksplorasi mendalam melalui pertanyaan penuntun, pengumpulan data, observasi, eksperimen, serta pemanfaatan berbagai sumber belajar. Selanjutnya, tahap *act* mengarahkan siswa untuk merancang solusi, mengimplementasikannya, dan melakukan evaluasi serta refleksi terhadap hasil yang diperoleh.

Tabel 1. Tahapan Utama Model *Challenge-Based Learning*

Tahap	Sub-tahap	Kegiatan Utama
<i>Engage</i>	<i>Big Idea</i>	Guru memperkenalkan ide besar yang relevan (mis. lingkungan, budaya, teknologi) sebagai konteks awal pembelajaran.
	<i>Essential Question</i>	Siswa merumuskan pertanyaan esensial yang muncul dari <i>big idea</i> dan mengarah pada eksplorasi konsep.
	<i>The Challenge</i>	Siswa menetapkan tantangan nyata yang akan diselesaikan berdasarkan pertanyaan esensial.
<i>Investigate</i>	<i>Guiding Questions</i>	Siswa menyusun pertanyaan penuntun untuk memperjelas arah penyelidikan.
	<i>Guiding Activities</i>	Siswa melakukan aktivitas penyelidikan seperti observasi, eksperimen, diskusi, dan studi literatur.
	<i>Resources</i>	Siswa mengumpulkan dan memanfaatkan berbagai sumber data dan informasi yang relevan.
<i>Act</i>	<i>Solution</i>	Siswa merancang solusi berdasarkan hasil penyelidikan dan analisis data.
	<i>Implementation</i>	Siswa menerapkan solusi dalam bentuk produk, aksi, atau presentasi.
	<i>Evaluation</i>	Siswa dan guru melakukan refleksi serta evaluasi terhadap solusi dan proses pembelajaran.

(Alfiany *et al.*, 2024) menegaskan bahwa CBL memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan *Problem Based Learning* dalam meningkatkan literasi dan disposisi matematis siswa. Hal ini disebabkan karena tantangan dalam CBL memungkinkan siswa mengaitkan konsep matematika dengan konteks nyata yang mereka alami. Oleh karena itu, CBL dapat menjadi jembatan untuk mengembangkan koneksi matematis melalui aktivitas eksploratif dan reflektif.

2.2. Pendekatan Deep Learning

Pendekatan *Deep Learning* dalam konteks pendidikan tidak hanya mengacu pada teknologi kecerdasan buatan, tetapi lebih pada pembelajaran mendalam yang menekankan pemahaman konseptual, refleksi, dan keterkaitan antar pengetahuan. Menurut Biggs (2007), *deep learning* adalah pendekatan belajar di mana siswa berupaya memahami makna suatu konsep, bukan sekadar mengingat informasi. Siswa dengan orientasi pembelajaran mendalam cenderung mengaitkan ide-ide baru dengan pengetahuan yang telah dimiliki, menilai bukti dan argumen secara kritis, serta menerapkan pemahaman dalam berbagai konteks. Pendekatan ini berfokus pada proses berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills*) yang selaras dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21.

Dalam praktik pembelajaran, pendekatan ini juga mendukung terciptanya pengalaman belajar yang *meaningful*, *mindful*, dan *joyful*. *Meaningful* karena siswa membangun pemahaman melalui keterkaitan konsep yang dipelajari dengan pengalaman dan pengetahuan sebelumnya. *Mindful* karena siswa terlibat

secara sadar dan reflektif dalam setiap proses belajar, tidak sekadar mengikuti prosedur. Sementara itu, *joyful* tercipta karena siswa aktif mengeksplorasi konsep melalui aktivitas yang menantang, kontekstual, dan kolaboratif sehingga proses belajar menjadi menyenangkan dan bermakna (Bartlett *et al.*, 2021).

Menurut Mutmainnah *et al.* (2025), penerapan *Deep Learning* dalam pembelajaran matematika dapat meningkatkan pemahaman konseptual dan kemampuan berpikir kritis siswa. Pendekatan ini menuntut keterlibatan aktif siswa dalam mengeksplorasi, menganalisis, dan merefleksikan konsep melalui pengalaman belajar yang bermakna. Guru berperan sebagai fasilitator yang menuntun siswa untuk menemukan dan membangun pengetahuan sendiri melalui kegiatan yang kontekstual, reflektif, dan menantang.

2.3. Koneksi Matematis

Kemampuan koneksi matematis merupakan kemampuan siswa dalam menghubungkan konsep, prinsip, dan prosedur matematika baik dalam satu topik, antar topik, maupun dengan konteks di luar matematika. Menurut *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM, 2000), koneksi matematis menjadi salah satu standar penting dalam pembelajaran matematika karena melalui kemampuan ini siswa dapat memahami keterkaitan antar konsep secara menyeluruh, bukan hanya menghafal rumus dan langkah penyelesaian. Dengan kemampuan koneksi yang baik, siswa mampu membangun pemahaman konseptual yang utuh dan menggunakan pengetahuan matematikanya untuk menyelesaikan berbagai permasalahan secara fleksibel dan bermakna.

Selain itu, kemampuan koneksi matematis juga memungkinkan siswa untuk mengaitkan matematika dengan ilmu lain dan kehidupan sehari-hari. Menurut (Lutfiani, & Dewi, 2023), siswa yang mampu melihat hubungan antara ide-ide matematika akan lebih mudah mengintegrasikan pengetahuan baru dengan pengetahuan sebelumnya, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna. Sebaliknya, apabila siswa tidak memiliki kemampuan koneksi yang baik, maka pengetahuan matematika akan bersifat parsial dan sulit diterapkan dalam situasi nyata. Oleh karena itu, pengembangan kemampuan koneksi matematis perlu menjadi fokus dalam pembelajaran agar siswa dapat berpikir kritis, kreatif, dan aplikatif dalam menghadapi permasalahan di dunia nyata. Untuk memperjelas makna kemampuan tersebut, Heris Hendriana (2017) menjelaskan bahwa secara operasional kemampuan koneksi matematis dapat diidentifikasi melalui beberapa indikator berikut.

Tabel 2. Indikator Kemampuan Koneksi Matematis

No	Indikator Operasional	Deskripsi Kemampuan Siswa
1	Mencari hubungan antar berbagai representasi konsep dan prosedur serta memahami hubungan antar topik matematika	Siswa mampu mengaitkan konsep dalam berbagai bentuk representasi (simbol, grafik, tabel, diagram, verbal) serta memahami keterkaitan antar materi matematika.
2	Memahami representasi ekuivalen dari konsep yang sama serta menemukan keterkaitan antara satu prosedur dengan prosedur lain dalam representasi yang ekuivalen	Siswa mampu mengenali kesetaraan berbagai bentuk representasi konsep dan berpindah antar prosedur yang bermakna sama.
3	Mencari hubungan berbagai representasi konsep dan prosedur	Siswa mampu menghubungkan bentuk penyajian konsep dengan langkah penyelesaian yang sesuai.
4	Menggunakan koneksi antar topik matematika maupun antara topik matematika dengan topik lain	Siswa mampu memanfaatkan konsep dari topik lain dalam matematika maupun disiplin ilmu lain untuk menyelesaikan masalah.

5	Menggunakan matematika dalam bidang studi lain atau dalam kehidupan sehari-hari	Siswa mampu menerapkan konsep matematika pada permasalahan kontekstual nyata.
---	---	---

2.4. Integrasi *Challenge Based Learning* dan *Deep Learning* terhadap Koneksi Matematis

Integrasi antara *Challenge Based Learning* (CBL) dan pendekatan *Deep Learning* merupakan strategi pembelajaran inovatif yang mampu menumbuhkan kemampuan koneksi matematis siswa secara optimal. Kedua pendekatan ini memiliki kesamaan tujuan, yaitu mendorong siswa berpikir mendalam, reflektif, serta mengaitkan konsep yang dipelajari dengan konteks nyata. Dalam CBL, siswa menyelesaikan tantangan yang berangkat dari permasalahan dunia nyata melalui tiga tahap utama *engage*, *investigate*, dan *act* yang menuntut keterlibatan aktif, kolaborasi, serta pemaknaan konsep dalam situasi autentik (Nichols *et al.*, 2016; Johnson *et al.*, 2009). Proses tersebut secara langsung menuntut siswa memahami keterkaitan antar konsep matematika agar mampu menghasilkan solusi yang logis dan aplikatif, sehingga selaras dengan karakteristik kemampuan koneksi matematis (Hendriana, 2017; NCTM, 2000).

Keterkaitan tersebut menjadi lebih sistematis ketika setiap tahap dan sub-tahap CBL dipadukan dengan proses kognitif dalam *Deep Learning* sebagaimana dirangkum pada Tabel 3. Pada tahap *engage*, proses *mindful learning* mendorong siswa mengaitkan isu kontekstual dengan pengetahuan awal serta merumuskan pertanyaan esensial yang menuntut keterhubungan beberapa konsep matematika (Biggs, 2007; Bartlett *et al.*, 2021). Pada tahap *investigate*, proses *meaningful learning* terjadi ketika siswa menganalisis data, mengeksplorasi berbagai representasi matematis, serta menghubungkan prosedur dan konsep melalui aktivitas penyelidikan yang terarah (Nichols *et al.*, 2016; Hendriana, 2017). Selanjutnya, pada tahap *act*, pengalaman *joyful learning* muncul ketika siswa secara kreatif dan kolaboratif menerapkan pemahaman konseptualnya dalam bentuk solusi nyata, implementasi proyek, serta refleksi terhadap keterkaitan konsep yang telah digunakan (Mutmainnah *et al.*, 2025; Biggs, 2007).

Dengan demikian, Tabel 3 memperlihatkan bahwa integrasi CBL dan *Deep Learning* tidak hanya terjadi pada tataran konsep, tetapi terwujud secara operasional melalui aktivitas pembelajaran di setiap sub-tahap. Setiap aktivitas tersebut secara langsung memfasilitasi indikator kemampuan koneksi matematis menurut Hendriana (2017), mulai dari koneksi antar representasi, koneksi antar topik, koneksi prosedural, hingga koneksi matematika dengan bidang lain dan kehidupan sehari-hari. Sinergi ini menciptakan pembelajaran yang holistik menggabungkan konteks nyata dari CBL dan kedalaman proses berpikir dari *Deep Learning* yang secara signifikan memperkuat kemampuan koneksi matematis siswa (Hendriana, 2017; Nichols *et al.*, 2016).

Tabel 3. Indikator Kemampuan Koneksi Matematis

Tahap CBL	Sub-tahap CBL	Proses <i>Deep Learning</i>	Aktivitas Pembelajaran	Indikator Koneksi Matematis (Hendriana, 2017)
<i>Engage</i>	<i>Big Idea</i>	<i>Mindful</i> : mengaitkan isu dengan pengetahuan awal dan pengalaman siswa	Guru memantik isu kontekstual; siswa mengidentifikasi ide besar yang relevan dengan kehidupan nyata	(a) Mencari hubungan antar representasi konsep dan memahami hubungan antar topik
	<i>Essential Question</i>	<i>Mindful</i> : refleksi awal dan perumusan pertanyaan bermakna	Siswa merumuskan pertanyaan esensial yang menuntut keterkaitan beberapa konsep matematika	(b) Memahami representasi ekuivalen dan keterkaitan prosedur

Investigate	<i>The Challenge</i>	<i>Meaningful</i> : memahami makna tantangan secara konseptual	Siswa menentukan tantangan nyata yang membutuhkan integrasi beberapa konsep	(d) Menggunakan koneksi antar topik matematika dan topik lain
	<i>Guiding Questions</i>	<i>Meaningful</i> : analisis hubungan konsep secara kritis	Siswa menyusun pertanyaan penuntun untuk mengarahkan proses penyelidikan	(c) Mencari hubungan berbagai representasi konsep dan prosedur
	<i>Guiding Activities</i>	<i>Meaningful</i> : eksplorasi, analisis data, dan representasi matematis	Observasi, eksperimen, pengumpulan dan analisis data berbasis masalah	(a) dan (c) Koneksi berbagai representasi dan antar topik
	<i>Resources</i>	<i>Mindful</i> : memilih sumber relevan dan merefleksikan informasi	Siswa menggunakan berbagai sumber (data, teknologi, literatur) untuk memperdalam pemahaman	(b) Representasi ekuivalen dan koneksi prosedural
Act	<i>Solution</i>	<i>Joyful</i> : menerapkan pemahaman secara kreatif	Siswa merancang solusi berbasis hasil investigasi	(d) dan (e) Koneksi matematika dengan bidang lain dan kehidupan nyata
	<i>Implementation</i>	<i>Joyful</i> : kolaborasi dan aplikasi nyata	Implementasi solusi dalam bentuk proyek/tindakan nyata	(e) Menggunakan matematika dalam kehidupan sehari-hari
	<i>Evaluation</i>	<i>Mindful</i> : refleksi terhadap proses dan hasil	Refleksi, presentasi, dan evaluasi keterkaitan konsep yang digunakan	(a)–(e) Seluruh indikator koneksi matematis terintegrasi

3. Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan menunjukkan bahwa *Challenge-Based Learning* (CBL) dan pendekatan *Deep Learning* memiliki karakteristik pedagogis yang saling melengkapi dalam mendukung pengembangan kemampuan koneksi matematis siswa. CBL menghadirkan pembelajaran berbasis tantangan nyata melalui tahapan *engage*, *investigate*, dan *act* yang menuntut keterlibatan aktif, kolaborasi, investigasi berbasis data, serta tindakan nyata. Sementara itu, *Deep Learning* menekankan proses kognitif yang mendalam melalui pembelajaran yang *mindful*, *meaningful*, dan *joyful*, sehingga siswa tidak sekadar memahami prosedur, tetapi membangun makna konseptual melalui keterkaitan antar pengetahuan.

Kemampuan koneksi matematis, sebagaimana dirumuskan oleh NCTM (2000) dan dioperasionalkan melalui indikator Hendriana (2017), menuntut siswa mampu menghubungkan berbagai representasi konsep, keterkaitan prosedural, hubungan antar topik matematika, serta penerapan matematika dalam konteks disiplin lain dan kehidupan nyata. Tuntutan ini secara langsung terfasilitasi oleh sintaks CBL yang diperkaya dengan proses kognitif *Deep Learning*.

Hasil analisis integratif yang dirangkum pada Tabel 3 memperlihatkan bahwa pada setiap sub-tahap CBL, terdapat proses *Deep Learning* yang secara operasional memfasilitasi indikator koneksi matematis. Tahap *engage* memicu koneksi awal melalui pengaitan pengetahuan sebelumnya dengan isu kontekstual.

Tahap *investigate* memperkuat koneksi melalui eksplorasi berbagai representasi, analisis data, dan keterkaitan prosedur. Tahap *act* mengaktualisasikan koneksi tersebut dalam bentuk solusi nyata, implementasi, dan refleksi menyeluruh.

Dengan demikian, integrasi CBL dan *Deep Learning* bukan hanya relevan secara teoretis, tetapi juga operasional dalam praktik pembelajaran. Sinergi keduanya menciptakan pembelajaran yang holistic, kontekstual, reflektif, dan aplikatif yang secara signifikan berpotensi memperkuat kemampuan koneksi matematis siswa dalam pembelajaran matematika abad ke-21.

Daftar Pustaka

- Alfiany, Z., Kurniawati, I., & Andriatna, R. (2024). Tinjauan disposisi matematis siswa dalam kemampuan literasi matematika siswa pada pembelajaran challenge based learning. *Indiktika: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika*, 6(2), 185-198.
- Angelina, M., & Effendi, K. N. S. (2021). Analisis kemampuan koneksi matematis siswa SMP kelas IX. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, 4(2), 383-394.
- Bartlett, P. L., Montanari, A., & Rakhlin, A. (2021). Deep learning: a statistical viewpoint. *Acta numerica*, 30, 87-201.
- Biggs, J., & Tang, C. (2007). *Teaching for Quality Learning at University* (3rd ed.). Open University Press.
- Hendriana. (2017). Hard Skills dan Soft Skills Matematik Peserta Didik. Bandung: PT. Refika Aditama.
- Leijon, M., Gudmundsson, P., Staaf, P., & Christersson, C. (2022). Challenge based learning in higher education—A systematic literature review. *Innovations in education and teaching international*, 59(5), 609-618.
- Lutfiani, N., & Dewi, E. (2023). Analisis kemampuan koneksi matematis siswa SMP dalam pembelajaran matematika. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 9(2), 115–126.
- Mutmainnah, N., Adrias, M., & Zulkarnaini, R. (2025). Penerapan *Deep Learning Approach* dalam pembelajaran matematika untuk meningkatkan pemahaman konseptual. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(1), 858–871.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. NCTM.
- Nichols, M., Cator, K., & Torres, M. (2016). *Challenge Based Learner User Guide*. Digital Promise. (Online). (https://www.researchgate.net/publication/337029776_Challenge_Based_Learning_Guide)
- Rahmadhani, R., & Wiratomo, Y. (2024). Studi Literatur: Pendekatan Pembelajaran Untuk Meningkatkan Kemampuan Koneksi Matematis Siswa. *Jurnal Media Akademik (JMA)*, 2(12).
- Sardi, A., Palimari, & Rahmayani, S. (2022). *Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa melalui Challenge Based Learning*. Al-Irsyad Journal of Physics Education (IJPE). (Online).
- Siregar, T., Fauzan, A., Yerizon, Y., & Syafriandi, S. (2025). Designing mathematics teaching through deep learning pedagogy: Toward meaningful, mindful, and joyful learning. *Journal of Deep Learning*, 188-202.