

## **BAB VII. ANALISIS KESULITAN BELAJAR KALKULUS, REDUKSI, DAN STRATEGINYA SEBAGAI UPAYA KONSTRUKSI KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS MAHASISWA CALON GURU**

**Bambang Eko Susilo<sup>1</sup> Mashuri<sup>2</sup>, Endang Retno Winarti<sup>3</sup>, dan  
Edy Soedjoko<sup>4</sup>**

**<sup>1,3,4</sup>Program Studi Pendidikan Matematika FMIPA, Universitas  
Negeri Semarang**

**<sup>2</sup>Program Studi Matematika FMIPA, Universitas Negeri  
Semarang**

<sup>1</sup>bambang.mat@mail.unnes.ac.id, <sup>2</sup>mashuri.mat@mail.unnes.ac.id,

<sup>3</sup>endang.mat@mail.unnes.ac.id, <sup>4</sup>edy.mat@mail.unnes.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.1529/kp.v1i2.47>

### **Abstrak**

Salah satu hambatan dalam proses pengembangan kemampuan berpikir kritis mahasiswa calon guru adalah dalam proses belajarnya, mahasiswa calon guru mengalami kesulitan, terlebih dalam masa pandemi dengan pembelajaran daring. Sehingga dibutuhkan strategi untuk mereduksi kesulitan belajar yang dialami mahasiswa ini dan sekaligus bermanfaat dalam menyusun konstruksi kemampuan berpikir kritisnya. Di sisi lain, kemampuan berpikir kritis yang dimiliki mahasiswa calon guru ini menjadi modal penting dalam upaya mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswanya kelak dalam jangka panjangnya. Strategi yang dapat diimplementasikan antara lain dengan menganalisis jenis dan faktor penyebab kesulitan yang dialami mahasiswa, dilanjutkan dengan proses reduksi kesulitan dan sekaligus konstruksi kemampuan berpikir kritis mahasiswa. Proses reduksi kesulitan belajar, pemilihan strategi pembelajaran menyesuaikan jenis dan faktor penyebab kesulitan, dan konstruksi kemampuan berpikir kritis dapat berjalan secara dinamis, dapat dilakukan berurutan, beriringan ataupun secara simultan. Strategi konstruksi kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran matematika khususnya Kalkulus harus dipersiapkan dengan baik dalam tahap perencanaan, pelaksanaan maupun evaluasi pembelajaran.

Strategi konstruksi tersebut diwujudkan dalam bentuk aktivitas pembelajaran, instruksi atau pertanyaan, soal atau permasalahan yang mendukung dan memfasilitasi berkembangnya indikator kemampuan berpikir kritis mahasiswa.

## PENDAHULUAN

Era revolusi industri 4.0 dan *society* 5.0 di abad ke-21 yang berkembang pesat saat ini memerlukan kemampuan berpikir kritis sebagai salah satu modal utama. Pada semua jenjang pendidikan, yang didalamnya termasuk perguruan tinggi, salah satu aspek penting yang harus dikembangkan dalam pembelajaran matematika adalah kemampuan berpikir kritis. Masa depan mahasiswa sebagai tenaga kerja ataupun melanjutkan ke jenjang pendidikan berikutnya juga memerlukan kemampuan berpikir kritis untuk mendukung inovasi dan keterampilan belajarnya. Kesuksesan pengembangan kemampuan berpikir kritis di perguruan tinggi untuk mahasiswa calon guru akan berdampak terhadap peran mereka dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswanya kelak karena menjadi pengalaman belajarnya. Demikian pula sebaliknya jika pengembangan kemampuan berpikir kritis di perguruan tinggi untuk mahasiswa calon guru mendapatkan kendala atau hambatan maka akan berdampak terhadap mahasiswa calon guru untuk masa depannya dan juga dimungkinkan ketika menentukan strategi pembelajaran yang dipilih untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswanya kelak. Sehingga kemampuan berpikir kritis mahasiswa calon guru menjadi modal penting dalam upaya mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswanya kelak dalam jangka panjangnya.

Berlatar belakang hal tersebut, maka kemampuan berpikir kritis mahasiswa calon guru menjadi hal penting untuk dikembangkan melalui strategi pembelajaran yang sesuai di perguruan tinggi. Namun dalam pelaksanaan pembelajaran tidak jarang mahasiswa menemui hambatan, salah satunya adalah mengalami kesulitan dalam proses belajarnya. Salah satunya adalah dalam perkuliahan Kalkulus. Dalam perkuliahan Kalkulus,

mahasiswa mengalami beberapa jenis kesulitan dalam belajarnya. Kesulitan yang dialami mahasiswa ini pada akhirnya menjadi kendala dalam upaya mengembangkan kemampuan berpikir kritisnya, terlebih dalam masa pandemi Covid-19 dengan pembelajaran daring. Sehingga dibutuhkan strategi untuk mereduksi kesulitan belajar yang dialami mahasiswa dan sekaligus bermanfaat dalam pengembangan kemampuan berpikir kritis bagi mahasiswa calon guru.

Langkah pertama yang dapat dilakukan adalah dengan mengidentifikasi jenis dan penyebab kesulitan belajar yang dialami mahasiswa calon guru dalam perkuliahan Kalkulus. Setelah identifikasi dapat dilakukan penyusunan strategi yang tepat untuk mereduksi kesulitan belajar mahasiswa dalam perkuliahan Kalkulus dan mengimplementasikannya dalam pembelajaran. Selanjutnya setelah reduksi kesulitan tercapai dapat dikembangkan proses konstruksi kemampuan berpikir kritis bagi mahasiswa calon guru dalam perkuliahan Kalkulus.

### **KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS DAN MANFAATNYA**

Definisi berpikir kritis telah berkembang dari masa ke masa, bahkan telah berusia ratusan tahun. Definisi John Dewey berikut ini menggambarkan hakekat dan karakteristik berpikir kritis. John Dewey memiliki pandangan bahwa berpikir kritis pada dasarnya merupakan berpikir reflektif. Dewey (1997) mendefinisikan berpikir kritis sebagai suatu proses memberikan pertimbangan dengan sifat aktif dan secara gigih serta berhati-hati terhadap berbagai keyakinan ataupun bentuk pengetahuan berlandaskan alasan/bukti yang mendukung dan simpulan lanjut dengan kecenderungan untuk diambil. Dewey (1997) memberi penekanan bahwa dalam berpikir kritis, proses berpikirnya bersifat aktif, hal ini bermaksud agar terlihat perbedaan antara seseorang yang proses berpikirnya secara umum ketika menerima ataupun mendapatkan informasi dengan orang lain yang bersifat pasif atau memiliki kecenderungan langsung menerima saja. Dewey (1997) juga menyatakan bahwa tahapan dalam berpikir kritis melalui proses aktif terjadi pada saat seseorang sedang

berpikir suatu hal yang ingin dilakukan atau akan dijelaskan, demikian pula terjadi pada saat akan mengajukan suatu pertanyaan ataupun memilih informasi-informasi yang dinilai relevan terkait suatu hal yang dikehendaki. Dewey (1997) juga memandang bahwa berpikir kritis merupakan sebuah keyakinan yang kuat sekaligus berhati-hati, hal ini berbeda dengan cara berpikir seseorang yang tidak reflektif atau tidak berpikir secara komprehensif.

Edward Maynard Glaser mengonstruksi pandangannya dari hasil pengembangan definisi John Dewey terhadap berpikir kritis. Berpikir kritis menurut Glaser (1972) dipandang sebagai (1) sebuah sikap yang cenderung memberikan pertimbangan secara seksama terhadap masalah maupun subjek yang dapat dijangkau oleh pengalaman seseorang; (2) pengetahuan yang memuat tentang metode-metode penyelidikan dan penalaran yang logis; dan (3) beberapa keterampilan yang diperlukan dalam menerapkan metode-metode tersebut. Glaser (1972) mengungkapkan bahwa setiap pengetahuan atau keyakinan dengan alasan/bukti pendukungnya dan simpulan lanjut dengan kecenderungan untuk diambil dari hasil berpikir kritis, seseorang dituntut untuk berupaya gigih dalam proses penyelidikannya.

Selain Dewey dan Glaser, beberapa ahli yang lain juga berupaya mendefinisikan berpikir kritis. Berikut ini adalah definisi berpikir kritis yang dimaksud. (1) Berpikir reflektif sekaligus masuk akal yang berfokus dalam memberikan keputusan terhadap apa yang harus diyakini atau dilakukan (Ennis, 1985). (2) Berpikir dengan terampil serta bertanggung jawab yang memberi fasilitas terhadap penilaian yang baik karena (a) bergantung dengan kriteria-kriteria, (b) senantiasa mengoreksi diri sendiri, dan (c) selalu peka terhadap konteksnya (Lipman, 1988). (3) Proses berpikir dengan kecenderungan dan juga keterampilan dalam menggunakan skeptisisme reflektif pada saat terlibat di beberapa kegiatan tertentu (McPeck, 1990). (4) Berpikir dengan tujuan dan juga penilaian terhadap pengaturan diri yang menghasilkan suatu analisis, interpretasi, evaluasi maupun inferensi sebagaimana penjelasan terhadap bukti, konseptual, metodologis, mempunyai

kriteria, ataupun pertimbangan konseptual yang menjadi dasar dalam penilaian tersebut (Facione, 1990). (5) Berpikir dengan disiplin dan mengarahkan diri sendiri dengan mengambil contoh pemikiran sempurna yang sesuai dengan mode atau ranah berpikir yang ditentukan (Paul, 1992). (6) Berpikir dengan kualitas yang ditentukan – yang pada dasarnya pemikiran yang baik sehingga memenuhi kriteria atau standar kecukupan dan ketepatan yang telah ditentukan (Bailin, 2002). Kemampuan berpikir kritis juga dapat didefinisikan sebagai kemampuan untuk memberikan pertimbangan dan memilih strategi atau keputusan berdasarkan analisis dan evaluasi dari masalah yang dihadapi (Susilo, 2020).

Upaya pengembangan kemampuan pemecahan masalah maupun kemampuan berpikir kritis membutuhkan proses yang tidak singkat. Sebagaimana amanah kurikulum yang telah dirumuskan, sudah seharusnya kemampuan berpikir kritis dikembangkan mulai dari sejak pendidikan dasar. Salah satu upaya pengembangannya pada jenjang pendidikan dasar hingga pendidikan tinggi adalah dengan memberikan soal bertipe pemecahan masalah sesuai dengan karakter siswa ataupun mahasiswanya (Susilo, 2020). Lai dalam Susilo (2020) menyatakan bahwa sebagai salah satu keterampilan belajar dan berinovasi bagi siswa yang melanjutkan pendidikan pasca sekolah menengah ataupun saat sebagai tenaga kerja maka kemampuan berpikir kritis ini perlu dipersiapkan. Beberapa alasan ini menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis adalah kemampuan yang diperlukan dan penting dimiliki oleh semua lapisan masyarakat (Aizikovitsh-Udi & Amit, 2011; Colley, Bilics, & Lerch, 2012; Kriel, 2013; Kalelioğlu & Gülbahar, 2014; Aizikovitsh-udi & Cheng, 2015). Hubungan multinasional dan multikultural dengan masalah yang kompleks saat ini, mengharuskan masyarakat diharuskan dapat membuat keputusan yang tepat sekaligus menyaring data yang jumlahnya besar. Karena merupakan bagian dari tujuan dalam pembelajaran matematika, maka pengembangan kemampuan berpikir kritis bersifat wajib sekaligus penting untuk dilaksanakan. Sebagai salah satu kemampuan berpikir tingkat tinggi, kemampuan berpikir kritis berperan dalam memecahkan suatu masalah, antara

lain masalah dalam bidang matematika sampai dengan masalah kompleks dalam kehidupan, bahkan sampai skala multinasional ataupun multikultural (Susilo, 2020). Beberapa ahli menyusun model berpikir kritis yang menunjukkan aspek dalam proses tahapan seseorang dalam berpikir kritis diperlihatkan dalam Tabel 7.1.

Tabel 7.1. Model Berpikir Kritis dari Beberapa Ahli

Ahli/ Tahap	Norris & Ennis (1989)	Newman, Webb & Cochrane (1995)	Bullen (1997)	Henri (1992) Clulow & Brace-Govan (2001)	Garrison, Anderson & Archer (2001)	Perkins & Murphy (2006)
1	<i>elementary clarification</i>	<i>clarification</i>	<i>Clarification</i>	<i>elementary clarification</i>	<i>triggering events</i>	<i>clarification</i>
2	<i>basic support</i>	<i>in-depth clarification</i>	<i>assessing evidence</i>	<i>in-depth clarification</i>	<i>exploration</i>	<i>assessment</i>
3	<i>inference</i>	<i>inference</i>	<i>making and judging inferences</i>	<i>inference</i>	<i>provisional</i>	<i>inference</i>
4	<i>advanced clarification</i>	<i>judgement</i>	<i>using appropriate strategies and tactics</i>	<i>judgement</i>	<i>resolution</i>	-
5	<i>strategies and tactics</i>	<i>strategy formation</i>	-	<i>strategies</i>	-	<i>strategies</i>

Lai dalam Susilo (2020) mengungkap bahwa berbagai model dan definisi berpikir kritis pada Tabel 1 menunjukkan terdapat kesamaan kemampuan spesifik yang muncul dalam proses berpikir kritis sebagaimana beberapa komponen kemampuan berikut, antara lain dalam (1) menganalisis argumen, (2) menyusun simpulan, (3) bernalar induktif atau deduktif, (4) menilai atau mengevaluasi, dan (5) mengambil keputusan ataupun memecahkan masalah. Selain itu sebagian ahli juga sepakat adanya kemampuan lain seperti kemampuan tanya jawab untuk proses klarifikasi, mendefinisikan istilah, identifikasi asumsi, interpretasi dan menjelaskan, penalaran verbal, memprediksi, dan melihat berbagai sudut pandang dari sebuah masalah. Sehingga berdasarkan beberapa model di atas, dapat dirumuskan aspek-aspek kemampuan berpikir kritis yang meliputi: (1) kemampuan menganalisis suatu pernyataan atau pertanyaan, (2) kemampuan menyimpulkan dan memberikan argumen logis hasil analisis, (3)

kemampuan menilai atau mengevaluasi kebenaran argumen, dan (4) kemampuan menyusun strategi penyelesaian masalah (Susilo, 2020).

Pencapaian kemampuan berpikir kritis dapat diupayakan dengan melalui pencapaian aspek-aspeknya, dalam upaya mencapai aspek-aspek tersebut diperlukan indikator-indikator tiap aspek sehingga tiap aspek kemampuan berpikir kritis dapat diukur. Aspek dan indikator kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran matematika atau disebut sebagai aspek dan indikator dari kemampuan berpikir kritis matematis dapat dirumuskan sebagaimana diperlihatkan dalam Tabel 7.2.

Tabel 7.2. Aspek dan Indikator Kemampuan Berpikir Kritis Matematis (Susilo, 2020)

No	Aspek	Indikator
1.	Kemampuan menganalisis suatu pernyataan atau pertanyaan ( <i>data or problem analyze</i> )	Mampu mengaitkan, mengkorelasikan atau menelaah kandungan informasi atau masalah dengan relevansinya yang terdapat dalam pernyataan atau pertanyaan/masalah matematis secara benar
2.	Kemampuan menyimpulkan dan memberikan argumen logis hasil analisis ( <i>inference and give logical argue</i> )	Mampu menyusun atau merumuskan argumen atau penjelasan logis secara induktif atau deduktif dengan benar dari sebuah pernyataan atau pertanyaan/masalah matematis
3.	Kemampuan menilai atau mengevaluasi kebenaran argumen ( <i>evaluate and judgement</i> )	Mampu memberikan pertimbangan, alternatif lain, menguji kebenaran argumen sesuai kriterianya pernyataan atau pertanyaan/masalah matematis
4.	Kemampuan menyusun strategi penyelesaian masalah ( <i>strategies and tactics</i> )	Mampu merumuskan, menyusun atau memilih strategi penyelesaian masalah dan melaksanakannya secara benar pernyataan atau pertanyaan/masalah matematis

Berpikir kritis adalah salah satu anggota keluarga berpikir tingkat tinggi yang berkait erat satu dengan yang lain, misalnya pemecahan masalah, pengambilan keputusan, dan berpikir kreatif (Facione, 1990). Berpikir kritis dan kreatif saling terkait satu dengan yang lain dalam menghasilkan berpikir efektif dan memecahkan masalah (Bailin, 1987; Treffinger, Isaksen, & Dorval,

2006; Masek & Yamin, 2011). Dalam pembelajaran, pemecahan masalah dapat diartikan berbagai variasi, sebagai solusi standar dari soal cerita hingga solusi dari soal-soal non rutin. Pemecahan masalah dalam matematika membutuhkan kemampuan berpikir kritis. Dan sebaliknya sebagai tujuan pembelajaran, kemampuan berpikir kritis dapat dikembangkan dengan soal-soal pemecahan masalah.

Pentingnya kemampuan berpikir kritis ditegaskan oleh Aizikovitsh & Amit (2011), Colley, Bilics, & Lerch (2012), Kriel (2013), Kalelioglu & Gulbahar (2013), dan Aizikovitsh-Udi & Cheng (2015), yang menyatakan bahwa kemampuan berpikir kritis adalah kemampuan yang penting untuk dimiliki semua anggota masyarakat. Manfaat dari berpikir kritis secara umum antara lain membantu dalam (1) penyelesaian masalah, (2) pertimbangan pengambilan keputusan, (3) identifikasi perbedaan fakta dan opini, serta (4) memberikan ketenangan saat menghadapi masalah kompleks (Susilo, 2020). Proses pembelajaran yang memfasilitasi aktivitas berpikir kritis memiliki tujuan agar peserta didik dapat (1) memahami dan menguasai tahapan-tahapan dalam berpikir ilmiah, (2) mengkaji suatu objek secara komprehensif dengan melibatkan proses berpikir aktif dan reflektif, (3) mempelajari sesuatu secara sistematis dan terorganisir dalam menemukan inovasi dan solusi original, (4) membangun argumen dan opini berdasarkan bukti-bukti empiris dan alasan yang rasional, dan (5) membuat keputusan dengan mempertimbangkan berbagai komponen secara adil dan bijaksana. Manfaat lain dari berpikir kritis adalah apabila seseorang telah terampil berpikir kritis maka seseorang tersebut berpeluang untuk (1) memiliki banyak alternatif jawaban dan ide kreatif, (2) mudah dalam memahami sudut pandang orang lain, (3) menjadi rekan kerja yang baik, (4) lebih mandiri, (5) sering menemukan peluang baru, (6) meminimalkan salah persepsi, dan (7) tidak mudah ditipu dengan lebih selektif dalam mengolah informasi.

Terdapat enam argumen yang menjadi alasan mengapa kemampuan berpikir kritis penting dikuasai siswa (Zamroni dan Mahfudz, 2009; Yuanita, & Yuniarita, 2018). Keenam argumen

tersebut antara lain sebagai berikut. (1) Pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi sehingga siswa menerima banyak ragam informasi, dari sisi sumber dan juga esensinya. Hal ini menuntut siswa mempunyai kemampuan untuk memilih maupun memilah informasi yang baik dan benar agar hazanah pemikirannya semakin kaya. (2) Pada hakikatnya siswa adalah *people power*, salah satu kekuatan dengan daya tekan tinggi, supaya kekuatan ini terarah dengan baik disertai komitmen terhadap moral yang tinggi, sangat perlu membekali siswa dengan kemampuan berpikir (seperti berpikir kritis, kreatif, reflektif, induktif, dan deduktif) yang memadai supaya dapat melakukan pengembangan ilmu yang ditekuni. (3) Siswa merupakan anggota masyarakat yang menghadapi kehidupan semakin kompleks untuk di saat ini dan juga masa depan, sehingga mereka dituntut untuk mempunyai kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah yang memadai. (4) Berpikir kritis merupakan kunci untuk mengembangkan kreativitas dengan melihat berbagai fenomena ataupun masalah dengan pemikiran yang kreatif. (5) Berbagai lapangan pekerjaan memerlukan kemampuan berpikir kritis secara langsung dan tidak langsung, contohnya kunci keberhasilan seorang guru atau pengacara adalah mampu berpikir kritis. (6) Berpikir kritis adalah kemampuan yang diperlukan tiap manusia, ketika setiap saat menghadapi situasi untuk mengambil suatu keputusan atau memecahkan suatu masalah. Secara khusus, Bagi mahasiswa khususnya, mereka merupakan warga negara yang persentasenya sedikit ini diberikan kesempatan dalam mengenyam pendidikan di perguruan tinggi, sehingga mereka menjadi golongan elit intelektual, menjadi calon ilmuwan dengan kemampuan berpikir yang memadai seperti dalam berpikir kritis, kreatif, reflektif, induktif, dan deduktif, dengan bekal ini diharapkan mereka dapat melakukan pengembangan pada bidang ilmu yang ditekuni. Profesi sebagai guru menjadi sangat penting, bagaimana pendidikan mampu menghasilkan peserta didik yang mempunyai kemampuan berpikir kritis jika gurunya tidak mampu mengelola pembelajaran yang mampu mengembangkan berpikir kritis peserta didik. Hal ini harus menjadi perhatian bagi dosen

yang mendidik mahasiswa calon guru, agar perguruan tinggi mampu melahirkan guru-guru yang berkompeten dalam mengembangkan berpikir kritis.

### **AKTIVITAS BELAJAR PENDUKUNG BERPIKIR KRITIS MATEMATIS**

Secara umum beberapa aktivitas yang mendukung berkembangnya keterampilan berpikir kritis adalah sebagai berikut (Zhao, Pandian & Singh, 2016).

#### *1. Pertanyaan Guru*

Menanyakan adalah cara penting untuk merangsang siswa berpikir kritis. Pertanyaan guru dapat diklasifikasikan ke dalam dua kategori umum: pertanyaan tingkat rendah dan pertanyaan tingkat lebih tinggi. Pertanyaan tingkat rendah, juga dikenal sebagai pertanyaan faktual atau literal, meminta pengakuan atau mengingat informasi faktual yang sebelumnya disajikan oleh guru. Pertanyaan di tingkat yang lebih tinggi, di sisi lain, mengharuskan siswa untuk memanipulasi informasi yang dipelajari sebelumnya untuk membuat respons; pertanyaan-pertanyaan ini melampaui ingatan dan informasi faktual dan membutuhkan upaya siswa yang lebih besar untuk menyimpulkan, menganalisis, dan mengevaluasi. Tingkat pemikiran siswa umumnya berkaitan dengan tingkat pertanyaan yang diajukan guru; jika guru secara sistematis menaikkan tingkat pertanyaan mereka, siswa cenderung untuk meningkatkan tingkat tanggapan mereka secara bersesuaian (Orlich et al., 2013).

Selain mengajukan pertanyaan tingkat tinggi dan menyelidik, teknik bertanya lainnya juga dianggap efektif dalam mendorong berpikir kritis siswa. Misalnya, guru harus memberikan waktu tunggu yang memadai bagi siswa untuk merefleksikan dan merumuskan tanggapan yang beralasan (Orlich et al., 2013); ini sangat diperlukan ketika pertanyaan-pertanyaan yang diajukan berada pada tingkat yang lebih tinggi. Namun, dalam praktik kelas, guru cenderung mendominasi interaksi guru-siswa dengan pertukaran pertanyaan dan tanggapan yang cepat; interaksi seperti *drill* ini lebih cenderung menempatkan siswa

dalam peran pasif dan mengurangi inisiatif dan berpikir kritis mereka (Fisher, 2011; Zhao, Pandian, & Singh, 2016).

## 2. Strategi Pembelajaran Aktif dan Kooperatif

Untuk membantu siswa berkembang dalam berpikir kritis, para peneliti telah menyarankan untuk mengadopsi pembelajaran aktif dan kooperatif yang berfokus pada partisipasi, kerja sama, dan interaksi siswa. Interaksi kelompok aktif memberikan siswa kesempatan untuk bertukar gagasan, mengambil tanggung jawab, dan menjadi pemikir kritis (Slavin, 2011; Zhao, Pandian, & Singh, 2016). Beberapa strategi yang diusulkan termasuk permainan peran/simulasi, teknik pengajaran kelompok di mana siswa berperan dalam situasi kehidupan nyata (Dennicka & Exley, 1998; Zhao, Pandian, & Singh, 2016); proyek penelitian kelompok, metode yang melibatkan penyelidikan atau survei tentang topik tertentu dan pelaporan temuan dalam berbagai cara (presentasi, debat) (Slavin, 2011; Campbell, 2015; Zhao, Pandian, & Singh, 2016); dan *peer-critiquing/evaluasi* rekan (Fung, 2014). Khususnya, diskusi kelompok, debat, dan tanya jawab direkomendasikan sebagai tiga strategi dasar namun berpotensi efektif yang dapat diadopsi.

### a. Diskusi Kelompok

Sebagai alternatif untuk metode kuliah tradisional, diskusi adalah "teknik pengajaran yang melibatkan pertukaran ide, dengan pembelajaran aktif dan partisipasi oleh semua pihak yang terkait" (Orlich et al., 2013). Diskusi kelompok telah dianggap sebagai cara yang efektif untuk memfasilitasi pembelajaran yang mendalam dan pengembangan berpikir kritis, karena diskusi mengharuskan siswa untuk memikirkan dan mengklarifikasi ide-ide mereka, dan mereka juga memberikan siswa dengan perspektif dan wawasan orang lain melalui pertukaran ide (Dallimore, Hertenstein, & Platt, 2008; Zhao, Pandian, & Singh, 2016). Studi eksperimental Garside dalam Zhao, Pandian, & Singh (2016), tidak mengungkapkan keuntungan dari metode diskusi kelompok dibandingkan metode ceramah tentang pengembangan keterampilan berpikir kritis di kalangan mahasiswa sarjana karena kurangnya

pengelolaan diskusi kelompok sehingga tidak menjamin pencapaian yang lebih tinggi dalam berpikir kritis.

Diskusi kelompok yang efektif bergantung pada penyediaan tujuan kelompok untuk mempelajari sesuatu, akuntabilitas individu, dan keterlibatan siswa. Untuk mengembangkan berpikir kritis dan keterlibatan siswa, penting untuk menginstruksikan siswa aturan dasar dan keterampilan untuk diskusi kelompok, seperti mendengarkan dengan penuh perhatian, merespons dengan tepat, membangun ide-ide orang lain, mengundang orang lain untuk merespons, mengajukan pertanyaan klarifikasi, mengekspresikan kesepakatan/ketidaksepakatan dengan posisi yang didukung oleh bukti yang memadai, menyediakan dan meminta pembenaran untuk pernyataan, serta ide-ide yang menantang (Gunning, 2008; Zhao, Pandian, & Singh, 2016).

b. Debat

Debat, metode diskusi formal, didukung sebagai alat pengajaran ideal lain untuk mengembangkan berpikir kritis. Sebagai bentuk pembelajaran aktif, debat mendorong siswa untuk meneliti suatu topik secara mendalam, mengajukan pertanyaan meyakinkan, mengidentifikasi kontradiksi dan kesalahan, dan merumuskan argumen berbasis bukti. Studi eksperimental Omelicheva dan Avdeyeva dalam Zhao, Pandian, & Singh (2016) menunjukkan bahwa format debat, dibandingkan dengan ceramah, lebih memfasilitasi kemampuan kognitif aplikasi tingkat tinggi siswa dan evaluasi kritis.

c. Tanya Jawab Teman Sebaya

Tanya jawab dengan teman sebaya direkomendasikan sebagai strategi yang berguna untuk mengembangkan berpikir kritis. Dalam tanya jawab teman sebaya, siswa bekerja berpasangan atau dalam kelompok kecil, secara bergiliran mengajukan pertanyaan yang sudah disiapkan dan saling menjawab pertanyaan satu sama lain. Mempertanyakan dan berbagi tanggapan dalam kelompok kecil dapat membantu siswa meningkatkan analisis kritis dan pemahaman masalah (Simpson, 1996; Zhao, Pandian, & Singh (2016). Studi

eksperimental oleh King dalam Zhao, Pandian, & Singh (2016) menemukan bahwa siswa dalam kelompok pertanyaan sebaya mengajukan lebih banyak pertanyaan berpikir kritis (*vs. recall*), menghasilkan penjelasan yang diuraikan tingkat lebih tinggi dan prestasi belajar yang lebih tinggi daripada siswa yang menggunakan pertanyaan secara individu atau terlibat dalam diskusi kelompok tanpa diminta pertanyaan seperti itu.

Secara khusus aktivitas yang mendukung berkembangnya keterampilan berpikir kritis matematis adalah dengan membangun masalah atau pertanyaan sesuai dengan indikator berpikir kritis matematis.

Tabel 7.3. Contoh Masalah Sesuai Indikator Kemampuan Berpikir Kritis Matematis (Susilo, 2020)

No	Aspek	Contoh disesuaikan indikator
1.	Kemampuan menganalisis suatu pernyataan atau pertanyaan ( <i>data or problem analyze</i> )	<p>Pertanyaan untuk mengaitkan, mengkorelasikan atau menelaah kandungan informasi atau masalah dengan relevansinya yang terdapat dalam pernyataan atau pertanyaan/masalah matematika secara benar</p> <p>Contoh: Jika <math>f(x) = \sin 2x</math>, maka satu-satunya antiturunannya adalah <math>F(x) = -\cos^2 x</math>. Jelaskan ketepatan/ketidaktepatan pernyataan tersebut berdasarkan definisi berikut dan berikan contoh pendukung/penyangkalnya.</p> <p><b>Definisi:</b> Dipunyai <math>F: I \rightarrow R</math> dan <math>f: I \rightarrow R</math>. Jika <math>F'(x) = f(x)</math> untuk setiap <math>x \in I</math> maka <math>F</math> disebut suatu anti turunan <math>f</math> pada selang <math>I</math>.</p>
2.	Kemampuan menyimpulkan dan memberikan argumen logis hasil analisis ( <i>inference and give logical argue</i> )	<p>Pertanyaan untuk menyusun atau merumuskan argumen atau penjelasan logis secara induktif atau deduktif dengan benar dari sebuah pernyataan atau pertanyaan/masalah matematika</p> <p>Contoh: Jika <math>f</math> dan <math>g</math> terintegral pada selang <math>[a, b]</math> dan <math>f(x) \geq g(x)</math> pada <math>[a, b]</math> maka <math>\int_a^b f(x)dx \geq \int_a^b g(x)dx</math>. Periksalah pernyataan tersebut sehingga jelas benar atau salahnya, kemudian berikan penjelasan atau alasannya.</p>

No	Aspek	Contoh disesuaikan indikator
3.	Kemampuan menilai atau mengevaluasi kebenaran argumen ( <i>evaluate and judgement</i> )	Pertanyaan untuk memberikan pertimbangan, alternatif lain, menguji kebenaran argumen sesuai kriterianya pernyataan atau pertanyaan/masalah matematika Contoh: Daerah A yang dibatasi oleh $f(x) = x - 2$ , sumbu $X$ , $x = -2$ , dan $x = 3$ . Luas daerah A tidak sama dengan $\int_{-2}^3 (x - 2) dx$ . Sketsalah situasi geometrisnya kemudian tunjukkan kebenaran pernyataan tersebut, dan berikan pertimbangan/alternatif cara perhitungan yang lain.
4.	Kemampuan memutuskan atau memecahkan masalah ( <i>strategies and tactics</i> )	Pertanyaan untuk merumuskan, menyusun atau memilih strategi penyelesaian masalah dan melaksanakannya secara benar pernyataan atau pertanyaan/masalah matematika Contoh: Sketsalah daerah A yang dibatasi oleh $f(x) = x - 4$ , sumbu $X$ , $x = -4$ , dan $x = 6$ . Tentukan volum benda putar yang terjadi apabila daerah A diputar mengelilingi sumbu $X$ menggunakan integral dan rumus volum kerucut. Buatlah kesimpulan dari kedua hasil jawaban tersebut.

Dalam perspektif mahasiswa, terdapat beberapa aktivitas pendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis dapat dilihat pada Tabel 7.4 (Susilo, Darhim, & Prabawanto, 2018). Berdasarkan Tabel 7.4 dapat diketahui bahwa aktivitas pendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis berdasarkan perspektif mahasiswa berturut-turut dari yang paling mendukung adalah diskusi (37,10%), tanya jawab (22,58%), mendapat penjelasan atau motivasi (14,51%), mencoba atau memecahkan masalah (9,68%), presentasi (8,06%), mengerjakan tugas proyek (4,84%), dan memecahkan masalah *High Order Thinking Skills* (HOTS) atau masalah yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari (3,23%).

Tabel 7.4. Aktivitas Pendukung Pengembangan Kemampuan Berpikir Kritis Berdasarkan Perspektif Mahasiswa

No	Aktivitas Pendukung Pengembangan Kemampuan Berpikir Kritis	Persentase
1	Diskusi	37,10
2	Tanya jawab	22,58
3	Mendapatkan penjelasan atau motivasi	14,51

No	Aktivitas Pendukung Pengembangan Kemampuan Berpikir Kritis	Persentase
4	Mencoba atau memecahkan masalah	9,68
5	Presentasi	8,06
6	Mengerjakan tugas proyek	4,84
7	Memecahkan masalah HOTS atau masalah yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari	3,23
	Total	100,00

Berdasarkan Tabel 7.4 dapat diketahui bahwa mahasiswa telah melakukan sebagian besar kegiatan belajar dari 8 jenis kegiatan yang diklasifikasikan oleh Paul B. Diedrich dalam Sardiman (2011) baik kegiatan fisik maupun mental. Data pada Tabel 7.4 dengan persentase terdegradasi merupakan bukti bahwa mahasiswa lebih tertarik untuk mendapatkan strategi pembelajaran dengan kegiatan yang memiliki persentase lebih besar. Namun data kegiatan tersebut kemudian tidak menjadi keharusan bagi dosen untuk memfasilitasi semua kegiatan dalam strategi pembelajaran, karena seorang dosen memiliki kebijakan prerogatif untuk menentukan tujuan pembelajaran. Data kegiatan belajar pada Tabel 7.4 merupakan kegiatan belajar yang disukai mahasiswa akan menjadi acuan yang menarik untuk membuat skenario pembelajaran agar mahasiswa merasa nyaman.

Secara spesifik pada Tabel 7.4 mahasiswa menyebutkan bahwa kegiatan menyelesaikan soal HOTS atau masalah yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari dapat mendukung perkembangan kemampuan berpikir kritis tetapi dengan persentase kecil hanya 3,23%. Hal ini wajar karena hanya mahasiswa dengan motivasi tinggi saja yang tertarik untuk menyelesaikan soal-soal pemecahan masalah seperti HOTS atau soal-soal yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari. Sehingga data ini menjadi bahan evaluasi dan refleksi bagi dosen untuk dapat memberikan motivasi kepada mahasiswa agar motivasinya meningkat.

## **KALKULUS DAN PEMBELAJARANNYA**

Kalkulus merupakan mata kuliah yang diajarkan di perguruan tinggi, program studi yang mengajarkan antara lain: Sains, Fisika, Kimia, Teknik, Pendidikan Matematika, Pendidikan Fisika, Pendidikan Kimia, dan lainnya. Kalkulus diterapkan dalam banyak bidang, diantaranya adalah statistika, astronomi, pertanian, kedokteran, ekonomi, dan lainnya. Pada program studi yang mengajarkan Kalkulus seperti Matematika dan Pendidikan Matematika, mata kuliah Kalkulus ini pada umumnya diberikan untuk dua semester pada tahun pertama, dengan Kalkulus Diferensial atau Kalkulus 1 (3 SKS) pada semester pertama dan Kalkulus Integral atau Kalkulus 2 (3 SKS) pada semester kedua (Susilo, Darhim, & Prabawanto, 2019a). Tujuan perkuliahan Kalkulus adalah memberikan pemahaman dasar kepada mahasiswa mengenai konsep dan aplikasi teori kalkulus (Chotim, 2008; Susilo, 2020). Kalkulus menjadi mata kuliah prasyarat dari beberapa mata kuliah yang diambil pada semester berikutnya, mata kuliah antara lain Persamaan Diferensial, Analisis Real, Statistika Matematika, dan lainnya. Jika mahasiswa gagal pada mata kuliah Kalkulus maka tidak diperbolehkan mengambil mata kuliah-mata kuliah tersebut, dan jika mahasiswa mengalami kesulitan pada beberapa materi Kalkulus maka sangat dimungkinkan mereka kesulitan pada mata kuliah yang menjadikannya prasyarat (Susilo, Darhim, & Prabawanto, 2019a).

Susilo, Darhim, & Prabawanto (2019a) mengungkap bahwa diantara deskripsi mata kuliah Kalkulus Diferensial ini mengajarkan tentang sistem bilangan real, nilai mutlak, fungsi dan macam-macam fungsi, limit fungsi, kekontinuan fungsi, turunan dan diferensial fungsi satu variabel, interpretasi geometris dan fisis serta sifat-sifatnya, turunan pangkat tinggi, aplikasi turunan dan diferensial yang meliputi nilai maksimum dan minimum, menggambar grafik secara teliti, dan pemodelan matematika dengan kehidupan nyata, limit tak hingga serta limit di tak hingga. Sedangkan deskripsi mata kuliah Kalkulus Integral mengajarkan tentang konsep anti turunan (memuat tentang pengertian anti

turunan, teorema teorema, dan teknik anti turunan), integral tertentu (memuat tentang jumlah Riemann, teorema-teorema integral tertentu, teorema nilai rata-rata integral, teorema dasar kalkulus), penerapan integral (memuat tentang luas daerah suatu bidang, volume benda putar, panjang busur suatu kurva, luas permukaan benda putar, tekanan zat cair, usaha, dan pusat massa), fungsi logaritma, eksponen, dan hiperbolik, serta teknik pengintegralan

Sejarah perkembangan ilmu Kalkulus dapat diamati pada tiga periode atau zaman, ketiga zaman tersebut antara lain (1) zaman kuno, (2) zaman pertengahan, dan (3) zaman modern. Pada zaman kuno perkembangan kalkulus diawali pada Papyrus Moskow Mesir (1800 SM), dengan tokoh-tokoh penemu diantaranya; Zeno (490 SM - 420 SM), Anthipon (430 SM), Eudoxus (408 SM-335 SM), Euclid (300 SM), dan Archimedes (287 SM-217 SM). Zaman pertengahan dengan tokoh-tokoh penemu diantaranya; Aryabhata (476-550), Ibn al-Haytham (Alhazen) (965-1040), Bhaskara II (1114-1185), Sharaf Al-Din Al-Tusi (1150-1215), dan Madhava (1340-1425). Pada zaman modern Kalkulus mengalami perkembangan signifikan, dengan tokoh-tokoh penemu diantaranya; Luca Valerio (1552-1618), Galileo Galilei (1564-1642), Bonaventura Francesco Cavalieri (1598-1647), John Wallis (1616 - 1703), Pierre De Fermat (1601 - 1665), Gottfried Wilhelm Leibniz (1646 - 1716), Sir Isaac Newton (1642 - 1727), Johann Carl Friedrich Gauss (1777 - 1855), Joseph-Louis Lagrange (1736-1813), Augustin-Louis Cauchy (1789 - 1857), Georg Friedrich Bernhard Riemann (1826 - 1866), Hermite (1822 - 1901), dan Henri Léon Lebesgue (1875-1941) (Susilo, Darhim, & Prabawanto, 2019a).

Metode dan media pembelajaran dalam proses perkuliahan harus dipilih sesuai dengan kondisi atau latar belakang mahasiswa agar kesulitan mahasiswa dapat diatasi. Metode pembelajaran yang bervariasi dipilih sesuai kebutuhan dan tujuan pembelajaran diharapkan. Metode tersebut diantaranya, ceramah, tanya jawab, penugasan, diskusi, latihan, demonstrasi, kolaborasi, kooperatif, dan lainnya. Media pembelajaran yang digunakan juga

dikembangkan dengan variatif, diantaranya dengan penggunaan chart, powerpoint, software, aplikasi android, dan lainnya. Beberapa software yang dikembangkan diantaranya; maple, delphi, geogebra, matrix laboratory (matlab), mathematica, autograph, graphmatica, dan lainnya. Beberapa aplikasi android yang dikembangkan diantaranya; automath photo calculator, photomath, malmath, math helper lite, dan lainnya (Susilo, 2020).

Kurang tepatnya strategi pembelajaran yang dipilih dosen, dapat menyebabkan kesulitan belajar bagi mahasiswa, sehingga berakibat mahasiswa dalam proses belajarnya kurang optimal pada proses menyerap, mengatur dan mengolah informasi yang baru diterimanya. Dosen dapat mengintegrasikan tiga pendekatan dalam perkuliahan kalkulus, ketiga pendekatan tersebut antara lain diuraikan sebagaimana berikut (Susilo, 2020).

#### 1. Pendekatan Aksiomatik

Pendekatan aksiomatik diberikan kepada mahasiswa dengan mengenalkan konsep kalkulus diferensial dan integral dengan pemahaman definisi diferensial dan integral dan sifat-sifatnya.

#### 2. Pendekatan Numerik

Pendekatan numerik diberikan kepada mahasiswa dengan mengenalkan konsep kalkulus diferensial dan integral melalui contoh-contoh atau latihan soal turunan dan integral.

#### 3. Pendekatan Geometrik

Pendekatan geometrik diberikan kepada mahasiswa dengan mengenalkan konsep kalkulus diferensial dan integral melalui gambar grafik fungsi yang diturunkan atau diintegrasikan.

Ketiga pendekatan di atas dalam perkuliahan dilaksanakan secara terpadu terhadap suatu konsep baru kepada mahasiswa. Contohnya ketika mengenalkan konsep jumlah Riemann sebelum menjadi integral tertentu. Dosen mengenalkan definisi dengan penjelasan, kemudian memberikan contoh fungsi yang dicari jumlah Riemann-nya, selanjutnya membuat visualisasi dari grafik fungsinya sehingga nampak jelas konsep dari jumlah Riemann.

## **KESULITAN BELAJAR MAHASISWA DALAM PEMBELAJARAN KALKULUS**

Kalkulus memiliki peran penting dalam kehidupan manusia, karena sangat berguna dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Di sisi lain, proses pembelajaran Kalkulus menghadapi tantangan besar dengan mahasiswa yang kesulitan dalam belajarnya. Diantara kesulitan tersebut antara lain dalam menggambar fungsi grafik, menyelesaikan masalah ketaklingkaan, menentukan apa yang harus dibuktikan, membuat alur atau algoritma pembuktian, dan mengeksplorasi masalah yang diberikan, terutama masalah penerapan kalkulus diferensial dan kalkulus integral (Susilo et al., 2019a).

Banyak studi mengungkap kesulitan dalam pembelajaran Kalkulus, diantaranya adalah; (1) menggambar grafik (Pichat & Ricco, 2001; Susilo, Darhim, & Prabawanto, 2019a; Wangberg & Johnson, 2013), (2) konsep bilangan tak hingga (Tall, 2001), (3) manipulasi aljabar (Aspinwall & Miller, 2001), (4) menyelesaikan pertidaksamaan, fungsi aljabar, dan fungsi limit (Denbel, 2014; Erdriani & Devita, 2019; Wahyuni, 2017) (5) konsep limit fungsi (David Tall & Vinner, 1981; Williams, 1991; Cornu, 1991; Szydluk, 2000; Juter, 2005; Naidoo & Naidoo, 2007; Syaripuddin, 2011; Susilo, 2011; Denbel, 2014), (6) konsep limit dan kekontinuan fungsi (Bezuidenhout, 2001; Karatas, Guven, & Cekmez, 2011; Susilo, Darhim, & Prabawanto, 2019b), (7) memahami konsep turunan fungsi (Hashemi, Abu, Kashefi, & Rahimi, 2014; Pepper, Chasteen, Pollock, & Perkins, 2012; David Tall, 2010; Tarmizi, 2010), (8) konsep integral fungsi (Orton, 1983; Tall, 1993; Kiat, 2005; Metaxas, 2007; Yee & Lam, 2008; Mahir, 2009; Rubio & Gómez-Chacón, 2011; Salazar, 2014; Serhan, 2015; Usman, 2012; Yudianto, 2015; Zakaria & Salleh, 2015; Ferrer, 2016; Susilo et al., 2019a), dan (9) menentukan luas daerah, batas daerah, dan menggunakan rumus integral (Susilo et al., 2019a).

Kesulitan yang dialami mahasiswa dalam perkuliahan Kalkulus dapat terjadi pada sebagian besar materi yang ada. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh sebanyak 45 jenis kesulitan yang teridentifikasi dalam perkuliahan Kalkulus, kesulitan tersebut

terdiri dari 41 jenis kesulitan terkait materi Kalkulus dan 4 jenis kesulitan yang tidak terkait materi (Susilo, et al., 2021). Jenis-jenis kesulitan yang dimaksud adalah: (1) kesulitan dalam menggunakan aplikasi turunan, (2) kesulitan dalam menentukan kecekungan fungsi, (3) kesulitan dalam menentukan kekontinuan fungsi, (4) kesulitan dalam membuat sketsa grafik dengan turunan, (5) kesulitan dalam menentukan turunan fungsi trigonometri, (6) kesulitan dalam menggambar grafik fungsi, (7) kesulitan dalam menentukan turunan dari fungsi implisit, (8) kesulitan dalam menggunakan uji turunan kedua, (9) kesulitan dalam menentukan limit sepihak, (10) kesulitan dalam menentukan nilai mutlak, (11) kesulitan dalam menyelesaikan pertidaksamaan nilai mutlak, (12) kesulitan dalam menggunakan uji turunan pertama, (13) kesulitan dalam memahami bentuk fungsi trigonometri, (14) kesulitan dalam menentukan fungsi naik dan turun, (15) kesulitan dalam menentukan kekontinuan sepihak, (16) kesulitan dalam menentukan nilai limit fungsi, (17) kesulitan dalam menentukan turunan fungsi, (18) kesulitan dalam menentukan turunan sepihak, (19) kesulitan dalam memahami jenis-jenis fungsi, (20) kesulitan dalam memahami jenis-jenis fungsi trigonometri, (21) kesulitan dalam menentukan nilai minimum dan maksimum relatif dari suatu fungsi, (22) kesulitan karena tidak paham konsep antiturunan, (23) kesulitan dalam mencari antiturunan trigonometri, (24) kesulitan dalam membuat contoh antiturunan, (25) kesulitan dalam pembuktian atau menganalisis pernyataan tentang antiturunan, (26) kesulitan dalam mengaitkan definisi dan pernyataan, (27) kesulitan karena tidak paham teorema integral tertentu, (28) kesulitan dalam pembuktian atau menjelaskan teorema integral tertentu, (29) kesulitan dalam menentukan batas-batas integral, (30) kesulitan dalam penerapan rumus integral, (31) kesulitan dalam menentukan teknik pengintegralan, (32) kesulitan dalam membuat contoh integral tertentu, (33) kesulitan karena tidak paham materi penerapan integral untuk luas daerah, (34) kesulitan karena tidak paham materi penerapan integral untuk volume benda putar, (35) kesulitan dalam penerapan rumus integral untuk volume benda putar, (36), (37), & (38) kesulitan

dalam menggambar grafik luas daerah (ada yang tidak berhasil menggambar, ada yang hasil gambarnya salah, dan ada yang hasil gambarnya benar), (39), (40), & (41) kesulitan dalam menggambar grafik volume benda putar (ada yang tidak berhasil menggambar, ada yang hasil gambarnya salah, dan ada yang hasil gambarnya benar), (42) kesulitan karena lupa, (43) kesulitan karena panik atau cemas, (44) kesulitan karena tidak percaya diri, dan (45) kesulitan karena kurang teliti.

Hasil belajar dan kemampuan-kemampuan matematis mahasiswa yang mengalami kesulitan-kesulitan di atas dimungkinkan akan terdampak. Kemampuan matematis yang diharapkan berkembang tersebut antara lain dalam berpikir analitis, logis, kritis, kreatif, sistematis maupun lainnya.

## **KESULITAN BELAJAR MAHASISWA DALAM PEMBELAJARAN KALKULUS**

Berbagai jenis kesulitan yang telah teridentifikasi dialami oleh mahasiswa pada tahap selanjutnya dilakukan penelusuran faktor penyebabnya. Kesulitan yang terjadi dapat disebabkan oleh beberapa sumber atau faktor, faktor tersebut dapat berasal dari internal mahasiswa ataupun dari eksternal mahasiswa. Diantara faktor internal mahasiswa tersebut adalah faktor psikologis dan juga biologis, sedangkan faktor eksternal mahasiswa, faktor penyebab ini dapat bersumber dari keluarga (keteladanan keluarga, pendidikan orang tua, hubungan keluarga, dan sebagainya), lingkungan sekolah, dan masyarakat secara umum (Susilo, 2011; Setiawati & Wijayatiningsih, 2019).

Kesulitan belajar tidak hanya dialami oleh mahasiswa yang berkemampuan di bawah rata-rata atau yang dikenal memiliki *learning difficulties*, tetapi dapat dialami oleh mahasiswa dengan tingkat kemampuan manapun dari kalangan atau kelompok manapun. Tingkat dan jenis penyebab kesulitannya beragam. Menurut Brueckner dan Bond, Cooney, Davis, dan Henderson (dalam Widdiharto, 2008), faktor penyebab kesulitan belajar dikelompokkan menjadi lima faktor, yaitu: (1) fisiologis (gangguan

penglihatan, gangguan pendengaran, gangguan neurologis/sistem syaraf, fisik yang kelelahan, dan lain-lain), (2) sosial (hubungan mahasiswa dengan orang tua yang kurang harmonis, minimnya perhatian dan kasih sayang, kondisi ekonomi keluarga, kegiatan ekstra kampus, dan lain-lain), (3) emosional, yang labil dialami oleh mahasiswa yang sering gagal dalam matematika, sehingga lebih mudah berpikir tidak rasional, takut, cemas, benci pada matematika, dan lainnya, (4) intelektual (IQ, gaya belajar, gaya berpikir, kemampuan komputasi, kemampuan keruangan, dan lainnya yang kurang mendukung), dan (5) pedagogis (kurang tepatnya dosen dalam mengelola pembelajaran, memilih metode, pendekatan dan strategi dalam pembelajaran).

Upaya reduksi kesulitan yang dilakukan seorang dosen tentunya tidak dapat mencakupi semua faktor penyebab kesulitan tersebut diatasi. Tetapi dapat maksimal dalam faktor pedagogis, dengan mengelola pembelajaran, memilih metode, pendekatan dan strategi dalam pembelajaran yang tepat sesuai kondisi mahasiswa dan karakteristik materi. Salah satu upaya yang cukup efektif untuk menjadi pertimbangan pemilihan ini adalah dengan melihat pengalaman keberhasilan dalam mereduksi kesulitan ataupun melihat pengalaman mahasiswa yang berhasil mengatasi atau kesulitannya tereduksi melalui berbagai aktivitas pembelajaran yang difasilitasi.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan dalam pembelajaran daring, diperoleh 10 jenis aktivitas yang membantu reduksi kesulitan belajar mahasiswa. Jika dalam pembelajaran luring ataupun hybrid, aktivitas ini dianggap tetap relevan. Aktivitas yang dimaksud dan persentase keberhasilannya dapat dilihat pada Tabel 7.5.

Tabel 7.5. Aktivitas Belajar yang Membantu Reduksi Kesulitan Belajar Mahasiswa

No.	Aktivitas Belajar	Persentase mahasiswa yang kesulitannya tereduksi
1.	Penjelasan dari dosen	78,95
2.	Latihan soal	78,95
3.	Pemanfaatan aplikasi Geogebra	78,95

---

4.	Pembahasan soal	63,16
5.	Penjelasan dari teman	47,37
6.	Diskusi dengan teman	31,58
7.	Menonton video penjelasan materi dari YouTube	26,32
8.	Menggambar sketsa grafik fungsi	21,05
9.	Diskusi sinkron melalui Google Meet atau lainnya	5,26
10.	Pemberian contoh soal dan solusinya	5,26

---

Strategi pembelajaran dan konstruksi kemampuan berpikir kritis dapat dilakukan dengan mengakomodasi aktivitas belajar sebagaimana Tabel 7.5 dalam skenario pembelajaran. Skenario pembelajaran juga memperhatikan persentase mahasiswa yang kesulitannya tereduksi. Aktivitas pembelajaran yang dipilih untuk mereduksi kesulitan belajar mahasiswa selanjutnya dapat dikombinasikan dengan aktivitas pendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis, sehingga dapat berjalan beriringan.

Strategi pembelajaran dan konstruksi kemampuan berpikir kritis lainnya adalah dengan membuat skenario latihan soal sebagai modal utama untuk konstruksi kemampuan berpikir kritis dengan masalah-masalah yang mendukung indikator keterampilan tersebut. Secara khusus dalam perkuliahan Kalkulus, mahasiswa diberikan pemahaman terkait objek yang dikaji dalam perkuliahan ini, yaitu fungsi yang dikaji dari berbagai aspeknya, seperti domain, range, grafik, turunan, integral, dan lainnya. Pemahaman ini akan membantu mahasiswa dalam konstruksi kemampuan berpikir kritis. Proses (1) reduksi kesulitan belajar, (2) pemilihan strategi pembelajaran menyesuaikan jenis dan faktor penyebab kesulitan, dan (3) konstruksi kemampuan berpikir kritis dapat berjalan secara dinamis, dapat dilakukan berurutan, beriringan ataupun secara simultan. Dilakukan secara berurutan jika telah diketahui jenis dan faktor penyebab kesulitan sebelum pembelajaran, dan dilakukan secara simultan jika jenis dan faktor penyebab kesulitan diketahui pada saat pembelajaran.

Dalam mengembangkan strategi pembelajaran yang mendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis

mahasiswa, kegiatan dosen harus menyesuaikan dengan tujuan, materi dan media pembelajaran untuk mengelola kelas. Dosen memilih skenario pembelajaran dengan memberikan seperangkat pertanyaan dan/atau perintah yang memfasilitasi mahasiswa untuk melakukan aktivitas yang mendukung aspek kemampuan berpikir kritisnya. Beberapa strategi pembelajaran yang dapat dipilih adalah sebagai berikut: menggunakan metode diskusi berpasangan, pembelajaran aktif kooperatif, serta memberikan pertanyaan dan/atau perintah seperti (1) meminta penjelasan lebih lanjut atau pendapat lain dari penjelasan/pendapat mahasiswa, (2) meminta mahasiswa memberikan alasan, bukti, implikasi atau tujuan akhir, (3) meminta mahasiswa memberikan berbagai alternatif pemecahan masalah, dan (4) jika penjelasan/pendapat/jawaban tidak benar, mahasiswa diminta mengevaluasi atau menelusuri kesalahan atau hal-hal yang terlupakan (King, 1995; Zhao, Pandian, & Singh, 2016). Strategi selanjutnya adalah menyusun instrumen penilaian yang mendukung munculnya aspek keterampilan berpikir kritis dengan masalah yang tidak lengkap (*ill-structure*) atau diminta untuk mengembangkan masalah yang muncul selain yang dimiliki.

Upaya atau strategi dalam konstruksi kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran matematika khususnya Kalkulus seperti yang telah dijelaskan di atas pada akhirnya harus dipersiapkan oleh dosen baik dalam tahap perencanaan, pelaksanaan maupun evaluasi pembelajaran. Upaya pelaksanaan pembelajaran menjadi sangat penting karena kontak langsung dengan mahasiswa. Upaya strategi pembelajaran diwujudkan dalam bentuk aktivitas pembelajaran, instruksi atau pertanyaan, soal atau permasalahan yang mendukung dan memfasilitasi berkembangnya indikator kemampuan berpikir kritis mahasiswa. Sehingga kemampuan dosen dalam mengelola kelas dan memberikan pertanyaan harus diperhatikan. Pemilihan strategi pembelajaran bagi mahasiswa secara klasikal, kelompok, berpasangan atau individu hendaknya disesuaikan dengan kondisi dan latar belakang mahasiswa. Sedangkan soal atau masalah matematika yang diberikan diseleksi, berjenjang kesulitannya,

disesuaikan dengan kurikulum dan indikator kemampuan yang akan dikembangkan.

## **SIMPULAN**

Strategi yang dapat diimplementasikan dalam upaya mengembangkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa calon guru dengan hambatan kesulitan belajar yang dialaminya antara lain dengan menganalisis jenis dan faktor penyebab kesulitan yang dialami mahasiswa, dilanjutkan dengan proses reduksi kesulitan dan sekaligus konstruksi kemampuan berpikir kritis mahasiswa. Proses reduksi kesulitan belajar, pemilihan strategi pembelajaran menyesuaikan jenis dan faktor penyebab kesulitan, dan konstruksi kemampuan berpikir kritis dapat berjalan secara dinamis, dapat dilakukan berurutan, beriringan ataupun secara simultan. Strategi konstruksi kemampuan berpikir kritis dalam pembelajaran matematika khususnya Kalkulus harus dipersiapkan dengan baik dalam tahap perencanaan, pelaksanaan maupun evaluasi pembelajaran. Strategi konstruksi tersebut diwujudkan dalam bentuk aktivitas pembelajaran, instruksi atau pertanyaan, soal atau permasalahan yang mendukung dan memfasilitasi berkembangnya indikator kemampuan berpikir kritis mahasiswa.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Terima kasih penulis sampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan dana hibah Penelitian Dasar melalui Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Universitas Negeri Semarang Nomor: SP DIPA-023.17.2.677507/2021, tanggal 23 November 2020 sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Dana DIPA UNNES Tahun 2021 Nomor 248.26.4/UN37/PPK.3.1/2021, tanggal 26 April 2021.

## **Daftar Pustaka**

Aizikovitsh-Udi, E., & Amit, M., 2011. Developing the Skills of Critical and Creative Thinking by Probability

- Teaching. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 15, pp.1087-1091.
- Aizikovitsh-Udi, E., & Cheng, D., 2015. Developing Critical Thinking Skills from Dispositions to Abilities: Mathematics Education from Early Childhood to High School. *Creative education*, 6(04), pp.455.
- Aspinwall, L., & Miller, L.D., 2001. Diagnosing Conflict Factors in Calculus Through Students' Writings, One Teacher's Reflections. *Journal of Mathematical Behavior*, 20(01), pp.89-107.
- Bailin, S., 1987. Critical and Creative thinking. *Informal Logic*, 9(1), pp.23-30.
- Bailin, S., 2002. Critical Thinking and Science Education. *Science & Education*, 11(4), pp.361-375.
- Bezuidenhout, J., 2001. Limits and Continuity: Some Conceptions of First-year Students. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 32(4), pp.487-500.
- Bullen, M., 1997. A Case Study of Participation and Critical Thinking in a University-level Course Delivered by Computer Conferencing, *Unpublished Doctoral Dissertation*, University of British Columbia, Vancouver, Canada.
- Campbell, M., 2015. Collaborating on Critical Thinking: The Team Critique. *Journal of Curriculum and Teaching*, 4(2), pp.86-95.
- Chotim, M., 2008. *Kalkulus 2*. Semarang: Jurusan Matematika FMIPA UNNES.
- Clulow, V., & Brace-Govan, J., 2001. Learning Through Bulletin Board Discussion: A Preliminary Case Analysis of the Cognitive Dimension. *Paper presented at the Moving Online Conference II*, September 2-4, 2001, Gold Coast, Australia.
- Colley, B.M., Bilics, A.R., & Lerch, C.M., 2012. Reflection: A Key Component to Thinking Critically. *The Canadian Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 3(1), pp.1-19.
- Cornu, B., 1991. Limits, in Tall, D., ed., *Advanced Mathematical Thinking*, pp.153-166, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Dallimore, E.J., Hertenstein, J.H., & Platt, M.B., 2008. Using Discussion Pedagogy to Enhance Oral and Written Communication Skills. *College Teaching*, 56(3), pp.163-172.

- Denbel, D.G., 2014. Students' Misconceptions of the Limit Concept in a First Calculus Course. *Journal of Education and Practice*, 5(34), pp.24-40.
- Dennicka, R., & Exley, K., 1998. Teaching and Learning in Groups and Teams. *Biochemical Education*, 26(2), pp.111-115.
- Dewey, J., 1997. *How We Think*. Dover Publications. The Beginnings of the Modern Tradition of Critical Thinking; first Published 1909.
- Ennis, R.H., 1985. A Logical Basis for Measuring Critical Thinking Skills. *Educational Leadership*, 43(2), pp.44-48.
- Erdriani, D., & Devita, D., 2019. Analisis Kesulitan Mahasiswa dalam Menyelesaikan Soal pada Materi Pertidaksamaan dan Fungsi Limit. *Edumatika: Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 2(1), pp.52-62.
- Facione, P.A., 1990. *Critical Thinking: A Statement of Expert Consensus for Purposes of Educational Assessment and Instruction. Research Findings and Recommendations. The Delphi Report*.
- Ferrer, F.P., 2016. Investigating Students' Learning Difficulties In Integral Calculus People. *International Journal of Social Sciences*, 2(1), pp.310-324.
- Fisher, R., 2011. Dialogic Teaching. In A. Green (Ed.), *Becoming a Reflective English Teacher*, pp.90-109.
- Fung, D., & Howe, C., 2014. Group Work and the Learning of Critical Thinking in the Hong Kong Secondary Liberal Studies Curriculum. *Cambridge Journal of Education*, 44(2), pp.245-270.
- Garrison, D.R., Anderson, T., & Archer, W., 2001. Critical Thinking, Cognitive Presence, and Computer Conferencing in Distance Education. *American Journal of Distance Education*, 15(1), pp.7-23.
- Garside, C., 1996. Look Who's Talking: A Comparison of Lecture and Group Discussion Teaching Strategies in Developing Critical Thinking Skills. *Communication Education*, 45(3), pp.212-227.
- Glaser, E.M., 1972. *An Experiment in the Development of Critical Thinking*. Advanced School of Education at Teacher's College, Columbia University.
- Gunning, T.G., 2008. *Developing Higher-level Literacy in All Students: Building Reading, Reasoning, and Responding*. Boston: Allyn & Bacon.

- Henri, F., 1992. *Computer Conferencing and Content Analysis*. In A. R. Kaye (Ed.), *Collaborative learning through computer conferencing: The Najaden papers*, Berlin: Springer-Verlag, pp.115-136.
- Hashemi, N., Abu, M.S., Kashefi, H., & Rahimi, K., 2014. Undergraduate Students' Difficulties in Conceptual Understanding of Derivation. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 143, pp.358–366.
- Juter, K., 2005. Limits of Functions – How do Students Handle Them? *Pythagoras*, 61, pp.11-20.
- Kalelioglu, F., & Gulbahar, Y., 2013. The Effect of Instructional Techniques on Critical Thinking and Critical Thinking Disposition in Online Discussion. *Education Technology & Society*, 17(1), pp.248—258.
- Karatas, I., Guven, B., & Cekmez, E., 2011. A Cross-Age Study of Students' Understanding of Limit and Continuity Concepts, *Boletim de Educação Matemática*, 24(38), pp.245-264.
- Kiat, S.E., 2005. Analysis of Students' Difficulties in Solving Integration Problems. *The Mathematics Educator*, 9(1), pp.39-59.
- King, A., 1992. Facilitating Elaborative Learning Through Guided Student-generated Questioning. *Educational Psychologist*, 27(1), pp.111-126.
- King, A., 1995. Designing the Instructional Process to Enhance Critical Thinking Across the Curriculum. *Teaching of Psychology*, 22(1), pp.13-17.
- Kriel, C., 2013. Creating a Disposition for Critical Thinking in The Mathematics Classroom. *Proseding of the 2nd Biennial Conference of the South African Society for Engineering Education*, Cape Town.
- Lai, E.R., 2011. Critical Thinking: A Literature Review. Research Report. Pearson.
- Lipman, M., 1988. Critical Thinking—What can it be? *Educational Leadership*, 46(1), pp.38-43.
- Mahir, N., 2009. Conceptual and Procedural Performance of Undergraduate Students in Integration. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40(2), pp.201-211.
- Masek, A., & Yamin, S., 2011. The Effect of Problem Based Learning on Critical Thinking Ability: A Theoretical and Empirical

- Review, *International Review of Social Sciences and Humanities*, 2(1), pp.215-221
- McPeck, J.E., 1990. Critical Thinking and Subject Specificity: A Reply to Ennis. *Educational Researcher*, 19(4), pp.10-12.
- Metaxas, N., 2007. Difficulties on Understanding the Indefinite Integral. In Woo, J. H., Lew, H. C., Park, K. S., Seo, D. Y. (Eds.). *In Proceedings of the 31st Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 3, pp. 265-272. Seoul: PME.
- Naidoo, K., & Naidoo, R., 2007. First Year Students Understanding Of Elementary Concepts In Differential Calculus In A Computer Laboratory Teaching Environment. *Journal of College Teaching & Learning*, 4(9), pp.55-70.
- Newman, D.R., Webb, B., & Cochrane, C., 1995. A Content Analysis Method to Measure Critical Thinking in Face-to-face and Computer Supported Group Learning. *Interpersonal Computing and Technology*, 3(2), pp.56-77.
- Norris, S., & Ennis, R., 1989. Evaluating Critical Thinking. Lawrence Erlbaum.
- Omelicheva, M.Y., & Avdeyeva, O., 2008. Teaching with Lecture or Debate? Testing the Effectiveness of Traditional Versus Active Learning Methods of Instruction. *PS: Political Science & Politics*, 41(03), pp. 603-607.
- Orlich, D.C., Harder, R.J., Callahan, R.C., Trevisan, M.S., Brown, A.H., & Miller, D.E., 2013. Teaching Strategies: A Guide to Effective Instruction (10th ed.). Belmont, CA: Wadsworth Cengage Learning.
- Orton, A., 1983. Students' Understanding of Integration. *Educational Studies in Mathematics*, 14(1), pp.1-18.
- Paul, R.W., 1992. Critical Thinking: What, Why, and How? *New Directions for Community Colleges*, 1992(77), pp.3-24.
- Perkins, C., & E. Murphy., 2006. Identifying and Measuring Individual Engagement in Critical Thinking in Online Discussions: An Exploratory Case Study. *Educational Technology & Society*, 9(1), pp.298-307.
- Pepper, R.E., Chasteen, S.V., Pollock, S.J., & Perkins, K.K., 2012. Observations on Student Difficulties with Mathematics in Upper-Division Electricity and Magnetism. *Physical Review Special Topics- Physics Education Research*, 8(010111), pp.1-15.
- Pichat, M., & Ricco, G., 2001. Mathematical Problem Solving in

- Didactic Institutions as a Complex System, The Case of Elementary Calculus. *Journal of Mathematical Behavior*, 20(1), pp.43–53.
- Rubio, B.S., & Gomez-Chacon, I., 2011. Challenges with Visualization: The Concept of Integral with Undergraduate Students. In *Proceedings The Seventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME-7)*, University of Rzeszow, Poland.
- Salazar, D.A., 2014. Salazar's Grouping Method: Effects on Students' Achievement in Integral Calculus. *Journal of Education and Practice*, 5(15), pp.119-126.
- Sardiman, A.M., 2011. *Interaksi dan Motivasi Belajar Mengajar*. Jakarta: Rajawali Press.
- Serhan, D., 2015. Students' Understanding of the Definite Integral Concept. *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 1(1), pp.84-88.
- Setiawati, I., & Wijayatiningsih, T.D., 2019. Analisis Faktor Kesukaran Belajar Siswa Kelas X IPS 3 pada Pelajaran Bahasa Inggris Materi Obligation. In *Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Unimus*, 2.
- Simpson, A., 1996. Critical Questions: Whose Questions?. *The Reading Teacher*, 50(2), pp.118-127.
- Slavin, R.E., 2011. *Instruction Based on Cooperative Learning*. In R. E. Mayer, & P. A. Alexander (Eds.), *Handbook of Research on Learning and Instruction*, pp.344-360. New York: Routledge.
- Susilo, B.E., 2011. Analisis Kesulitan Belajar Mahasiswa pada Materi Limit Fungsi Mata Kuliah Kalkulus dalam Perspektif Gaya Belajar dan Gaya Berpikir Mahasiswa. *Postgraduate Program of Universitas Sebelas Maret*.
- Susilo, B.E., 2020. Kemampuan Berpikir Kritis dan Disposisi Matematis Mahasiswa dalam Problem-Based Learning dan Mathematical Problem Posing pada Perkuliahan Kalkulus. *Doctoral Thesis*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Susilo, B., Darhim, D., & Prabawanto, S., 2018. Supporting Activities for Critical Thinking Skills Development Based on Students' Perspective. In *Proceedings of the 1st International*

- Conference on Science and Technology for an Internet of Things*. European Alliance for Innovation (EAI).
- Susilo, B.E., Darhim, D., & Prabawanto, S., 2019a. Kesulitan Belajar Mahasiswa pada Materi Aplikasi Integral untuk Luas Daerah dalam Perspektif Disposisi Matematis. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 10(1), pp.86-93.
- Susilo, B.E., Darhim., & Prabawanto, S., 2019b. Students' Critical Thinking Skills Toward the Relationship of Limits, Continuity, and Derivatives of Functions. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 8(10), pp. 2299-2302.
- Susilo, B.E., Mashuri., Winarti, E.R., & Soedjoko, E., 2021. Analisis Kesulitan Belajar Kalkulus, Reduksi, dan Strateginya sebagai Upaya Konstruksi Keterampilan 6C (Critical Thinking, Connections, Collaboration, Creativity, Computational Thinking, dan Communication). *Laporan Penelitian, LPPM UNNES*.
- Syaripuddin., 2011. Hubungan antara Turunan Parsial dan Kekontinuan pada Fungsi Dua Peubah, *Jurnal Eksponensial*, 2(1), pp.27-32.
- Szydlik, J., 2000, Mathematical Beliefs and Conceptual Understanding of the Limit of a Function. *Journal for Research in Mathematics Education*, 31(3), pp.258-276.
- Tall, D. O., 1993. Student Difficulties in Calculus. *In Proceeding of Working Group 3 on Students' Difficulties in Calculus. ICME-7*, pp.13-28. Quebec, Canada.
- Tall, D.O., 2001. A Child Thinking about Infinity. *Journal of Mathematical Behavior*, 20(1), pp.7-19.
- Tall, D.O., 2010. A Sensible Approach to the Calculus. *In Plenary at The National and International Meeting on the Teaching of Calculus. 23-25th September 2010*, Puebla, Mexico.
- Tall, D.O., & Vinner, S., 1981. Concept Image and Concept Definition in Mathematics with Particular References to Limit and Continuity. *Educational Studies in Mathematics*, 12, pp.151-169.
- Tarmizi, R.A., 2010. Visualizing Students' Difficulties in Learning Calculus. *Procedia Social and Behavioral Science*, 8, pp.377-383.

- Treffinger, D.J., Isaksen, S.G. & Dorval, B.K., 2006. *Creative Problem Solving: An introduction*, Waco, TX: Prufrock Press.
- Wahyuni, A., 2017. Analisis Hambatan Belajar Mahasiswa pada Mata Kuliah Kalkulus Dasar. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 1(1), pp.10-23.
- Wangberg, A., & Johnson, B., 2013. Discovering Calculus on the Surface. *Primus*, 23(7), pp.627-639.
- Widdiharto, R., 2008. *Diagnosis Kesulitan Belajar Matematika SMP dan Alternatif Proses Remidinya*. Yogyakarta: Depdiknas, PPPPTK Yogyakarta.
- Williams, S., 1991. Models of Limit Held by College Calculus Students. *Journal for Research in Mathematics Education*, 22(3), pp.219-236.
- Yuanita, Y., & Yuniarita, F., 2018. Pengembangan Petunjuk Praktikum IPA Berbasis Keterampilan Proses untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *Profesi Pendidikan Dasar*, 5(2), pp.139-146.
- Yee, N.K., & Lam, T.T., 2008. Pre-University Students' Errors in Integration of Rational Functions and Implications for Classroom Teaching. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, 31(2), pp.100-116.
- Yudianto, E., 2015. Profil Antisipasi Siswa SMA Dalam Memecahkan Masalah Integral. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 6(1), pp.21-25.
- Zakaria, E., & Salleh, T.S., 2015. Using Technology in Learning Integral Calculus. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 6(5S1), pp.144-148.
- Zamroni., & Mahfudz., 2009. *Panduan Teknis Pembelajaran Yang Mengembangkan Critical Thinking*. Jakarta. Depdiknas.
- Zhao, C., Pandian, A., & Singh, M.K.M., 2016. Instructional Strategies for Developing Critical Thinking in EFL Classrooms. *English Language Teaching*, 9(10), pp.14-21.