

Kesulitan Mahasiswa pada Kalkulus Diferensial dengan Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis

Aura Febriana Hakiki^{1*}, Azzahra Livana², Inggit Selvianti³, Siti Musabikha Febrianti⁴, Ul'fah Hernaeny⁵

^{1,2,3,4,5} Universitas Indraprasta PGRI

Abstrak: Kalkulus Diferensial, sebagai salah satu mata kuliah dasar dalam program studi matematika, seringkali menjadi tantangan bagi mahasiswa. Kalkulus Diferensial cukup berkontribusi pada peningkatan kemampuan analisis mahasiswa. Penelitian ini mengidentifikasi berbagai kesulitan yang dihadapi mahasiswa dalam mempelajari kalkulus, seperti kesulitan memahami konsep-konsep abstrak, kesulitan dalam memecahkan masalah, dan rendahnya kemampuan berpikir kritis. Kesulitan belajar ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, baik internal, seperti aspek psikologis dan biologis mahasiswa, maupun eksternal yang berasal dari lingkungan keluarga, sekolah, dan masyarakat. Untuk mengatasi masalah ini perlu merancang dan menerapkan beberapa strategi pembelajaran yang efektif, yang mencakup seperti pemilihan metode yang sesuai, pengelolaan kelas yang baik, serta pemberian soal-soal yang dapat merangsang dan mengembangkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa. Proses pembelajaran yang efektif dalam mengurangi kesulitan belajar dan mengembangkan kemampuan berpikir kritis dapat dilakukan secara dinamis, baik secara berurutan maupun simultan. Diharapkan, dengan pendekatan yang tepat, mahasiswa dapat lebih mudah mengatasi kesulitan dalam mempelajari kalkulus dan mengembangkan keterampilan berpikir kritis yang sangat diperlukan dalam pendidikan matematika ataupun dalam menghadapi tantangan di dunia kerja.

Kata kunci: Kalkulus Diferensial, Kesulitan Belajar, Berpikir Kritis, Strategi Pembelajaran

DOI: <https://doi.org/10.47134/ppm.v2i2.1187>

*Correspondence: Aura Febriana Hakiki
Email: aurafh2402@gmail.com

Received: 06-12-2024
Accepted: 11-01-2025
Published: 17-02-2025



Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract: Differential Calculus, as one of the basic courses in mathematics study programs, is often a challenge for students. Differential calculus is enough to contribute to the improvement of students' analytical skills. This study identified various difficulties faced by students in learning calculus, such as difficulties in understanding abstract concepts, difficulties in solving problems, and low critical thinking skills. These learning difficulties can be caused by various factors, both internal, such as the psychological and biological aspects of students, and external, which come from the family, school, and community environment. To overcome this problem, it is necessary to design and implement several effective learning strategies, which include selecting appropriate methods, good class management, and giving questions that can stimulate and develop students' critical thinking skills. An effective learning process in reducing learning difficulties and developing critical thinking skills can be done dynamically, both sequentially and simultaneously. Hopefully, with the right approach, students can more easily overcome difficulties in learning Calculus and develop critical thinking skills that are indispensable in mathematics education or in facing challenges in the world of work.

Keywords: Differential Calculus, Learning Difficulties, Critical Thinking, Learning Strategies

Pendahuluan

Pada era pendidikan tinggi yang semakin berkembang, mahasiswa jurusan Pendidikan Matematika menghadapi tantangan besar dalam memahami mata kuliah Kalkulus Diferensial. Kalkulus Diferensial, sebagai salah satu cabang penting dalam matematika, materi ini dianggap sebagai mata kuliah yang kompleks dan sulit dipahami, karena membutuhkan penalaran dan komunikasi yang tinggi agar dapat dimengerti, karena konsep-konsep Kalkulus Diferensial mengandung konsep secara rinci, terutama bagi mahasiswa yang mempersiapkan diri untuk menjadi calon pendidik yang kelak akan membimbing generasi berikutnya dalam memahami konsep-konsep matematika. Menurut Horst, bahwasanya mahasiswa tidak menguasai pembelajaran diferensial, ada tiga faktor penyebabnya, yang pertama ketika mahasiswa menghadapi tantangan dalam menyusun model persamaan diferensial saat menyelesaikan soal-soal aplikasi. Kedua, mahasiswa sulit memahami bagaimana menghubungkan konsep turunan dan integral untuk menyelesaikan soal. Ketiga, mahasiswa mengalami kendala dalam menjelaskan implikasi dari solusi terhadap masalah yang dihadapi (Cipta, 2021). Kesulitan dalam memahami konsep-konsep kalkulus dapat berdampak negatif pada hasil pembelajaran peserta didik. Hal tersebut cukup menghasilkan banyaknya mahasiswa yang mengalami kesalahpahaman dalam menguasai konsep-konsep dasar dan aplikasi dari Kalkulus Diferensial. Sebagai calon guru, mereka diharapkan memiliki pemahaman mendalam tentang materi yang akan diajarkan dan mampu menjelaskan konsep-konsep abstrak secara efektif kepada siswa serta mampu menjelaskan prinsip-prinsip Kalkulus Diferensial secara sederhana dan logis kepada siswa mereka di masa depan.

Pencapaian hasil pembelajaran biasanya dilihat secara umumnya dari tinggi atau rendahnya nilai yang telah dicapai oleh peserta didik atau mahasiswa pada saat ujian. Faktor-faktor yang memengaruhi dua hal, yaitu faktor internal yang tumbuh dari dalam diri sendiri, seperti kebugaran fisik, daya pikir, potensi, ketertarikan dari minatnya, juga strategi dalam belajar. Untuk faktor eksternal dipengaruhi oleh masyarakat dan lingkungan sekitar, dan fasilitas dalam belajar. Dosen memiliki peran penting dalam membantu mahasiswa untuk memahami dan menguasai materi kuliah melalui penyampaian dan penjelasan yang efektif. Namun, perlu diingat yakni mahasiswa memiliki kemampuan yang berbeda-beda, yang terlihat dari cara mereka menyelesaikan soal. Hasil pengerjaan soal dapat menunjukkan jenis kesalahan yang dilakukan mahasiswa dan membantu mengidentifikasi area yang perlu diperbaiki. Kesalahan-kesalahan yang terjadi sering kali berakar pada kekeliruan yang sudah muncul sejak mereka duduk di bangku SMA. Dengan demikian, sangat diperlukan untuk mengidentifikasi kesalahan pada saat menyelesaikan soal yang telah dibuat oleh mahasiswa, terutama pada jenis soal yang memiliki persentase kesalahan tertinggi. Kondisi ini menandakan bahwa soal tersebut memang sulit atau materi tersebut memang tidak mudah dipahami oleh mahasiswa. Dengan memahami bentuk kesalahan yang dibuat mahasiswa, dapat dapat dicari langkah-langkah perbaikan sehingga kesalahan serupa tidak terjadi ketika mereka menghadapi soal sejenis. Dengan demikian, diharapkan mahasiswa dapat menguasai materi tersebut dengan lebih baik. Bila kesalahan

tersebut dapat diperbaiki, kesalahan tersebut tidak akan memengaruhi materi-materi kalkulus yang akan dipelajari selanjutnya.

Namun, pada kenyataannya banyak mahasiswa jurusan pendidikan matematika justru mengalami kesulitan dalam menguasai materi Kalkulus Diferensial. Kesulitan ini tidak hanya terjadi pada level pemahaman dasar, tetapi juga pada aplikasi konsep-konsep kalkulus dalam pemecahan masalah dan analisis matematis. Rendahnya hasil belajar kalkulus, seperti yang diidentifikasi oleh Mertasari (2005), dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu: (1) Kurangnya pemahaman mahasiswa tentang pentingnya kalkulus dan relevansinya dengan bidang studi mereka. (2) Kebiasaan belajar mahasiswa masih terpaku pada pendekatan tradisional dalam belajar matematika, yaitu lebih fokus pada menghafal rumus daripada memahami konsep dasar di baliknya. (3) Terlalu banyak ceramah saat di kelas membuat mahasiswa cenderung pasif dan kurang terlibat aktif pada pembelajaran. (4) Kurangnya variasi soal membuat mahasiswa kesulitan menerapkan konsep matematika dalam situasi nyata. (5) Kurangnya kemampuan mahasiswa untuk belajar mandiri. (6) Penguasaan materi prasyarat kalkulus yang kurang memadai di kalangan mahasiswa, yang pernah dipelajari di Sekolah Menengah (Mutakin, 2015).

Fenomena ini menimbulkan kekhawatiran mengingat kemampuan menguasai Kalkulus Diferensial sangatlah penting bagi calon guru matematika. Jika kesulitan ini tidak ditangani dengan efektif, dikhawatirkan kemampuan mereka dalam mengajar nantinya akan terpengaruh, sehingga akan berdampak pada efektivitas pengajaran matematika di sekolah. Oleh karena itu, penting untuk mengidentifikasi, mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan memahami kesulitan-kesulitan yang dihadapi mahasiswa dalam mempelajari Kalkulus Diferensial, agar dapat dirancang strategi pembelajaran yang lebih tepat dan mendukung kemampuan mereka sebagai calon pendidik dengan mengulas kesulitannya dan mengetahui faktor-faktor yang mendasari kesulitan tersebut.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam artikel berjudul “Kesulitan Mahasiswa pada Kalkulus Diferensial dengan Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis” adalah metode studi literatur atau *review* yang merujuk pada kajian pustaka yang relevan dari berbagai sumber, termasuk jurnal ilmiah, buku, dan sumber *online* dari internet. Proses pemilihan artikel dilakukan secara acak dengan topik “Kesulitan Mahasiswa pada Kalkulus Diferensial dengan Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis”, kemudian dianalisis secara deskriptif.

Studi literatur adalah langkah awal dalam setiap penelitian yang melibatkan pencarian, evaluasi dan sintesis dari berbagai sumber informasi, untuk mengidentifikasi celah pengetahuan atau peluang dari penelitian baru pada suatu topik tertentu.

Hasil dan Pembahasan

Kalkulus Diferensial adalah mata kuliah yang saling terkait erat dengan berbagai mata kuliah lainnya dalam Program Studi Pendidikan Matematika (Ario et al., 2020) juga memiliki peran besar dalam meningkatkan kemampuan analisis mahasiswa (Sopiany &

Rikayanti, 2018). Kalkulus bermanfaat untuk memahami bagaimana perubahan terjadi dan dampaknya. Dengan kalkulus, kita dapat beradaptasi dengan perubahan dan mendekati pengendalian perilaku yang diinginkan dalam suatu sistem (Silvia et al., 2020). Kegagalan dalam memahami konsep, prinsip, atau metode pemecahan masalah, meskipun telah berupaya mempelajarinya, seringkali mengakibatkan kesulitan belajar. Kondisi ini diperburuk oleh keterbatasan mahasiswa dalam membentuk konsep, membuat kesimpulan secara luas, berpikir logis, dan menyimpan informasi dalam pikiran, ataupun prinsip yang ada, sehingga membuat mereka cenderung merasa bahwa setiap materi akademik yang diberikan adalah sulit (Waskitoningtyas, 2016). Secara umum, matematika disebut tidak formal sebagai ilmu tentang angka dan bentuk, mempelajari pola-pola struktur, perubahan dan ruang. Pendekatan formalis memandang matematika sebagai studi mengenai struktur-struktur yang bersifat abstrak ditentukan berdasarkan aksioma (dasar untuk menarik kesimpulan), dengan menggunakan logika simbolis dan notasi. Abstraksi dalam matematika ini sering kali membuat materi tersebut terasa sulit bagi siswa (Imelda, 2018). Matematika dengan sifatnya yang abstrak dan sulit dipahami, masih menjadi tantangan bagi banyaknya siswa maupun guru (Sari et al., 2024).

Mata kuliah Kalkulus merupakan ilmu yang unik, karena mempelajari perubahan, berbeda dengan geometri yang berfokus pada bentuk dan aljabar yang berfokus pada operasi dan penerapannya dalam menyelesaikan persamaan. Kalkulus merambah ke berbagai disiplin ilmu, mulai dari ilmu pengetahuan alam hingga ilmu sosial yang dapat memecahkan masalah yang kompleks untuk aljabar sederhana. Kesulitan dalam mempelajari kalkulus, yang merupakan ilmu abstrak dengan sedikit contoh langsung dalam kehidupan sehari-hari, adalah hal yang wajar. Namun, meskipun sulit, kalkulus memiliki peran penting dalam kehidupan kita, meskipun seringkali tidak kita sadari.

Dalam sejarahnya, banyak tokoh berperan penting dalam perkembangan kalkulus. Dari konsep dasar oleh Archimedes hingga perselisihan antara Newton dan Leibniz mengenai siapa yang menemukan kalkulus terlebih dahulu. Kalkulus terus berkembang pada abad ke-18, ke-19, dan ke-20, dengan kontribusi dari ilmuwan, seperti Cauchy. Perkembangan kalkulus di Indonesia diiringi dengan kemajuan sistem pendidikan tinggi pada awal sekitaran tahun 1900-an. Ada banyaknya tahapan peristiwa penting dalam sejarah perkembangannya, meliputi: (1) Pada tahun 1920, Berdirinya *Technische Hoogeschool te Bandoeng* di kota Bandung dan saat ini terkenal dengan Institut Teknologi Bandung (ITB) menandai awal mula integrasi matematika dan mata kuliah Kalkulus yang terdapat di dalam kurikulum program studi teknik pada pendidikan tingkat lanjut. (2) Sistem pendidikan tinggi di Indonesia pada masa kolonial Belanda banyak terpengaruh pada sistem pendidikan Belanda, khususnya pendidikan teknik termasuk mata kuliah Kalkulus yang menjadi bagian penting dalam memenuhi pembangunan kebutuhan industri dalam sistem pendidikan. (3) Seiring dengan perkembangan struktur pendidikan tinggi di Indonesia, pada program studi teknik dan sains mata kuliah Kalkulus sudah diintegrasikan ke dalam kurikulum di seluruh perguruan tinggi karena dianggap penting dalam berbagai bidang ilmu dan profesi. (4) Pada awal tahun 1900-an di Indonesia program studi matematika, fisika, teknik dan ilmu

yang terkait lainnya menjadi semakin berkembang seiring berdirinya berbagai perguruan tinggi dan universitas. (5) Di Indonesia, pengajaran kalkulus dalam pendidikan tinggi telah disesuaikan dengan kebutuhan industri dan pembangunan nasional, menjadikannya kunci dalam membangun kemampuan matematika mahasiswa (Khasanah & Febriana, 2024).

Mata kuliah Kalkulus memiliki tingkat kompleksitas yang luar biasa tinggi dan proses penyelesaian yang tidak terbatas, sehingga mempelajari Kalkulus dapat menimbulkan kesulitan dan hambatan, serta menyebabkan banyak kesalahan dalam penyelesaian masalah terkait (Ramadanti & Pujiastuti, 2020). Kesulitan untuk mendengarkan, membaca, berbicara, berhitung dan menulis yang timbul dari dalam diri sendiri, seperti gangguan pada otak minimal, merupakan definisi dari kesulitan belajar. Kesulitan belajar, juga dikenal sebagai *learning disability* atau *learning difficulties* atau *learning differences*, merupakan suatu keadaan yang menyebabkan individu mengalami kendala dalam melakukan aktivitas pembelajaran. Penyebab kesulitan belajar ini bukan faktor eksternal (dari luar), seperti lingkungan, sosial, budaya, atau fasilitas pendidikan. Berbeda dengan kelainan pada fisik, kesulitan untuk belajar tidak terlihat langsung secara kasat mata, sehingga sering disebut sebagai "cacat tersembunyi" (Suryani, 2010). Seringkali, kesulitan belajar muncul ketika siswa gagal memahami konsep (gagasan ide), prinsip (dasar), atau algoritma (langkah) dalam memecahkan masalah meskipun mereka telah berusaha. Kondisi ini semakin diperburuk oleh keterbatasan mereka dalam melakukan abstraksi, generalisasi, berpikir secara deduktif, dan mengingat konsep serta prinsip yang telah dipelajari. Akibatnya, siswa cenderung menganggap bahwa materi akademik yang disampaikan sangat (Waskitoningtyas, 2016). Kalkulus memainkan peran vital di kehidupan manusia sebab memberikan dampak besar bagi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Namun, pembelajaran kalkulus sering kali menemui hambatan besar ketika mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami materi. Beberapa tantangan tersebut meliputi menggambar grafik fungsi, menangani konsep ketakterhinggaan, menentukan aspek yang perlu dibuktikan, menyusun tata cara pembuktian matematis, dan mengkaji soal yang diberikan, khususnya dalam pengaplikasian kalkulus diferensial dan integral (Silvia et al., 2020).

Dalam penelitiannya, Susilo, Darhim, dan Prabawanto (2019) meneliti berbagai konsep penting dalam mata kuliah Kalkulus Diferensial. Konsep-konsep ini meliputi sistem bilangan real, nilai mutlak, fungsi dan jenisnya, limit fungsi, kekontinuan fungsi, turunan dan diferensial fungsi dari satu variabel, serta interpretasi geometris dan fisiknya, dan karakteristiknya. Pembahasan mencakup berbagai topik, termasuk turunan berulang, mencari titik ekstrem, sketsa kurva, aplikasi matematika dalam kehidupan sehari-hari, dan nilai pendekatan tak hingga. Studi tentang Kalkulus integral mencakup topik-topik penting seperti pengetahuan tentang konsep integral, teorema-teorema terkait dan berbagai teknik untuk mencari anti-turunan dalam menyelesaikan masalah matematika. Materi integral tertentu meliputi Memahami konsep jumlah Riemann, berbagai teorema-teorema terkait dengan integral tertentu, dan teorema yang menghubungkan kalkulus diferensial dan kalkulus integral. Integral sebagai konsep dasar dalam Kalkulus, memiliki aplikasi yang sangat luas dalam berbagai bidang ilmu dan teknik, pada bidang Geometri dan Fisika mempelajari (luas daerah, volume benda putar, panjang busur kurva, luas permukaan

benda berputar, tekanan zat cair, usaha, pusat massa) dan bidang lainnya seperti (statistika dan probabilitas, ekonomi, fisika kuantum, teknik sipil dan biologi). Pembahasan mencakup berbagai topik termasuk fungsi logaritmik, fungsi eksponensial, hiperbolik juga berbagai metode integrasi dalam mencari anti-turunan yang saling berkaitan dalam pemahaman integral (Susilo et al., 2019).

Mahasiswa pada mata kuliah Kalkulus seringkali menemui berbagai kesulitan dengan sebagian besar materi yang tersedia. Mengacu pada data yang diperoleh dari penelitian (Susilo et al., 2022) teridentifikasi 45 jenis kesulitan dalam perkuliahan Kalkulus, di mana ada berbagai macam kesulitan belajar yang di kelompokkan menjadi 41 jenis kesulitan terkait materi Kalkulus dan 4 faktor lainnya ditentukan sebagai faktor yang berkontribusi pada kesulitan belajar, yaitu : (1) mengalami kendala dalam menggunakan konsep turunan, (2) tidak dapat menentukan bentuk grafik pada cekungan ke atas atau ke bawah, (3) tidak dapat mengidentifikasi titik-titik kekontinuan suatu fungsi, (4) tidak dapat memvisualisasikan suatu grafik fungsi, (5) tidak hafal rumus turunan trigonometri, (6) mengalami kesulitan dalam memvisualisasikan bentuk grafik, (7) mengalami kendala dalam menyelesaikan persamaan diferensial implisit, (8) sulit untuk menentukan jenis titik stasioner, (9) sulit mencari limit sebelah kiri atau kanan, (10) sulit dalam penghitungan nilai absolut, (11) sulit memecahkan soal materi persamaan nilai mutlak, (12) sulit dalam menentukan interval naik dan turunnya pada suatu fungsi, (13) sulit mengenali bentuk dasar dari fungsi trigonometri, (14) sulit untuk menganalisis suatu monotonisitas fungsi, (15) sulit menganalisis dalam kekontinuan suatu fungsi satu sisi, (16) sulit dalam mencari nilai pendekatan fungsi, (17) sulit menentukan kemiringan pada garis singgung, (18) sulit dalam mencari turunan pertama, (19) sulit dalam membedakan jenis-jenis fungsi, (20) sulit memahami fungsi trigonometri invers, (21) sulit menemukan titik ekstrem (22) tidak dapat menemukan integral tak tentu, (23) tidak dapat menerapkan rumus-rumus integrasi trigonometri, (24) mengalami kendala dalam membuat contoh soal yang bervariasi pada integral, (25) sulit membuktikan teorema dasar kalkulus, (26) sulit mengaitkan konsep dengan soal, (27) mengalami kendala dalam menginterpretasikan arti teorema integral, (28) sulit membuktikan pernyataan menggunakan teorema integral, (29) sulit menentukan interval integrasi, (30) mengalami kendala dalam menyederhanakan hasil integral, (31) mengalami kendala dalam menerapkan teknik integrasi yang berbeda, (32) sulit memvisualisasikan integral sebagai luas atau volume, (33) sulit menghitung luas daerah menggunakan integral, (34) sulit menghitung volume benda putar menggunakan integral, (35) sulit dalam mengganti variabel pada rumus volume, (36, 37, 38) mengalami kendala dalam menginterpretasikan hasil perhitungan luas secara grafis, (39, 40, 41) mengalami kendala dalam menginterpretasikan hasil perhitungan volume secara visual, (42) kesulitan mengingat informasi yang telah dipelajari, (43) mengalami kesulitan psikologis saat mengerjakan soal, (44) Meragukan kemampuan diri sendiri, (45) ketidaktelitian dalam membaca soal dan kesalahan hitung. Menurut penelitian, Martini Jamaris (2014:188) berpendapat bahwa masalah yang dihadapi siswa ketika pembelajaran matematika antara lain keterbatasan dalam komputasi, seperti kesalahan dalam membaca simbol dan operasi bilangan, kesulitan dalam transfer pengetahuan, yaitu ketidakmampuan menghubungkan

konsep matematika dengan kenyataan; terutama dalam membentuk hubungan bermakna untuk memodelkan soal dalam bentuk cerita; dan kesulitan dalam menggambarkan diagram yang akurat dengan konsep matematika (Sari et al., 2024).

Selanjutnya, berbagai jenis tantangan yang telah diidentifikasi oleh siswa ditelusuri dan faktor penyebabnya ditelusuri. Faktor internal dan eksternal mahasiswa dapat menyebabkan masalah ini. Faktor internal mahasiswa meliputi aspek psikologis dan biologis, sementara faktor eksternal dapat berasal dari keluarga, meliputi panutan, pola asuh orang tua, dan hubungan keluarga, selain dari lingkungan di sekolah dan masyarakat sekitar. Tantangan dalam belajar tidak hanya dihadapi oleh mahasiswa yang mempunyai kapasitas daya pikir dibawah rata-rata, tetapi juga dialami sama mahasiswa dengan kemampuan apa pun, dari latar belakang mana pun. Tidak percaya diri juga menjadi faktor untuk menguasai materi, hingga menyebabkan proses belajar tidak terarah.

Upaya seorang dosen dalam mengurangi kesulitan belajar mahasiswa tidak mungkin bisa mengatasi setiap faktor yang menimbulkan kesulitan tersebut. Dosen sebagai fasilitator pembelajaran memiliki tanggung jawab untuk menciptakan lingkungan belajar yang optimal. Untuk mencapai hal ini, caranya dengan mengelola pembelajaran yang efektif, serta dalam pemilihan teknik, sudut pandang, dan rancangan sesuai dengan kebutuhan dan karakter dari mahasiswa masing-masing. Pengalaman empiris baik dari dosen maupun mahasiswa dapat menjadi dasar dalam merancang kegiatan pembelajaran yang efektif.

Tindakan awal yang perlu dipertimbangkan adalah mengenali berbagai hambatan dan faktor penyebab kesulitan belajar yang dihadapi mahasiswa sebagai calon guru dalam mata kuliah Kalkulus di perguruan tinggi. Setelah faktor-faktor ini diidentifikasi, strategi yang tepat dapat dirumuskan untuk mengatasi tantangan pembelajaran mahasiswa dan menerapkannya dalam praktik. Selain itu, setelah berhasil mengurangi kesulitan-kesulitan ini, pengembangan keterampilan dalam berpikir kritis untuk mahasiswa sebagai calon guru dalam mata kuliah Kalkulus yang telah diajarkan.

Definisi berpikir kritis telah mengalami perkembangan selama berabad-abad. John Dewey, salah satu pencetus pemikiran kritis yang menggambarkan bukan hanya proses berpikir yang pasif (hanya menerima informasi), melainkan pemikiran aktif yang dilakukan dengan pengetahuan dan keyakinan. Berpikir kritis juga memainkan peran penting dalam pembelajaran kalkulus yang dapat membantu memecahkan masalah, mulai dari masalah yang sederhana hingga menjadi lebih rumit, termasuk masalah yang berskala internasional atau multikultural (Susilo et al., 2022).

Kemampuan berpikir kritis sangatlah penting sebagai tantangan untuk menyelesaikan masalah yang dihadapi dalam kehidupan keseharian dan bisa dikembangkan dari proses pembelajaran yang telah didapatkan, bukan dari kemampuan berpikir sejak lahir. Dalam kemampuan berpikir setiap manusia sangatlah berbeda, terlebih lagi cara berpikir laki-laki dan Perempuan. Secara garis besar keahlian matematis, laki-laki lebih unggul dari perempuan yang dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu: (1) Biologis, di mana hormon dapat menyebabkan perilaku laki-laki dan perempuan sangatlah berbeda. (2) Psikologis yang sangat berpengaruh pada hasil belajar yang berkaitan dengan daya pikir, konsentrasi, antusiasme, potensi, kemampuan mengendalikan diri, kematangan emosional,

dan kesiapan mental. (3) Kemampuan spasial-visual, laki-laki mempunyai kinerja yang lebih signifikan dalam kemampuan matematis yang terbatasnya waktu pengerjaan dan memerlukan rotasi dalam mental objeknya (Kaliky & Juhaevah, 2018).

Selain itu, ada beberapa tolak ukur dari manusia yang berpikir kritis, yaitu: FRISCO (1) *Focus* (fokus), memberi pemahaman pada kemampuan untuk memecahkan masalah secara logis dan sistematis. (2) *Reasons* (alasan), memperkuat setiap langkah dalam proses pengambilan keputusan untuk menarik kesimpulan dengan alasan yang logis dan rasional. (3) *Inference* (simpulan), memiliki kemampuan untuk menyusun kesimpulan yang valid dan memilih alasan yang tepat dan akurat. (4) *Situation* (situasi), menganalisis semua informasi yang relevan sesuai dengan data yang telah dikumpulkan, dokumentasi, aturan, indikasi, evaluasi, dan persepsi. (5) *Clarity* (kejelasan), mengevaluasi berdasarkan bukti dan argumen yang kuat dan meyakinkan dan (6) *Overview* (tinjauan ulang), memastikan setiap langkah telah dilaksanakan (Cahyono, 2017).

Pengembangan kemampuan berpikir kritis siswa dapat dilakukan secara efektif melalui penyusunan skenario latihan soal yang dirancang secara sistematis. Soal-soal yang disajikan harus mampu meningkatkan daya pemikiran inovatif, memecahkan masalah, menghasilkan ide-ide baru dalam mencari solusi atas permasalahan yang kompleks. Mahasiswa dalam perkuliahan Kalkulus diberi pemahaman mendalam tentang objek pembelajaran, ialah pemetaan dalam fungsi, yang dianalisis melalui berbagai macam aspek, seperti domain, *range* (himpunan asal), grafik, turunan (kurva dalam kemiringan garis singgung), integral (luas daerah), dan lain-lain. Hal ini bertujuan untuk membantu mereka mengasah keterampilan dalam berpikir kritis. (1) Proses meningkatkan efektivitas belajar, (2) memilih strategi pembelajaran yang disesuaikan dengan jenis dan faktor spesifik yang menyebabkan tantangan, serta (3) peningkatan kemampuan berpikir kritis dapat dilakukan secara dinamis, baik secara berurutan, bersamaan, maupun stimulan. Jika berbagai macam yang menyebabkan kesulitan sebelum pembelajaran dimulai, proses pembelajaran dilakukan sesuai aturan, sementara jika penyebab kesulitan ditemukan selama pembelajaran, prosesnya dilakukan secara simultan.

Secara umum, ada berapa rangkaian kegiatan yang dapat membantu pengembangan kemampuan dalam berpikir kritis meliputi: (1) Mengajukan Pertanyaan adalah alat yang ampuh untuk merangsang pemikiran kritis siswa. Pertanyaan tingkat rendah (faktual) menguji pemahaman dasar, sedangkan pertanyaan tingkat tinggi (analitis) mendorong siswa untuk berpikir lebih dalam, menganalisis, dan mengevaluasi. Pertanyaan yang lebih menantang secara bertahap akan mendorong siswa untuk berpikir kritis dan memberikan tanggapan yang lebih berkualitas, sehingga terciptanya hubungan yang lebih dinamis dalam pembelajaran. Teknik bertanya yang efektif, seperti memberikan waktu tunggu yang cukup, sangat penting untuk mendorong pemikiran kritis. Namun, interaksi guru-siswa yang didominasi pertanyaan cepat dan jawaban cepat dapat membuat siswa pasif dan mengurangi inisiatif mereka. (2) Pembelajaran aktif dan kooperatif, seperti diskusi kelompok, debat, dan tanya jawab teman sebaya, sangat efektif dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa. Metode ini mendorong partisipasi aktif, kerja sama, dan interaksi, yang memungkinkan siswa untuk berbagi ide, mengambil tanggung jawab, dan

mengasah keterampilan berpikir kritis mereka. Diskusi kelompok yang terstruktur dengan baik, debat yang merangsang, dan tanya jawab teman sebaya yang terfokus dapat membantu siswa meningkatkan kemampuan mereka dalam menganalisis, mengevaluasi, dan mengartikulasikan pemikiran mereka. Debat, sebagai diskusi formal, mendorong siswa untuk menyelidiki topik secara mendalam, mengajukan pertanyaan yang kuat, dan menyusun argumen yang didukung bukti. Tanya jawab teman sebaya membantu siswa meningkatkan kemampuan analisis dan pemahaman mereka melalui proses saling bertanya dan memberikan tanggapan. Ketiga strategi ini, jika diterapkan dengan tepat, dapat membantu siswa mengembangkan keterampilan berpikir kritis yang penting (Susilo et al., 2022).

Untuk mengembangkan strategi pembelajaran yang meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa, dosen perlu memodifikasi kegiatannya agar selaras dengan tujuan, materi, dan media pembelajaran yang digunakan dalam pengelolaan kelas. Dengan menawarkan serangkaian pertanyaan dan/atau arahan, dosen dapat memilih skenario pembelajaran yang memungkinkan mahasiswa terlibat dalam kegiatan yang bertujuan untuk memperkuat berbagai aspek keterampilan berpikir kritis. Di antara strategi pembelajaran yang dapat diterapkan adalah: menerapkan teknik diskusi berpasangan, mendorong pembelajaran kooperatif aktif, dan mengajukan pertanyaan dan/atau instruksi, seperti (1) mengajak mahasiswa untuk menjelaskan dan memberikan perspektif yang berbeda. (2) meminta mahasiswa untuk menyajikan bukti empiris, rasional dan tujuan utama, (3) mengarahkan mahasiswa untuk menyusun rencana tindakan alternatif dalam memecahkan masalah, dan (4) apabila jawaban atau pendapatnya salah, mahasiswa diminta untuk mengidentifikasi kesalahan dalam pemikiran (Zhao et al., 2016). Strategi lainnya adalah membuat alat penilaian yang mendorong kemampuan berpikir, seperti memberikan masalah terbuka (*open-ended problems*) dan meminta siswa dalam memperluas cakupan masalah yang lebih kompleks.

Sebagaimana disebutkan sebelumnya, dosen harus mempersiapkan dengan saksama upaya atau metode mereka untuk menggunakan strategi yang mendukung kemampuan daya berpikir kritis saat pembelajaran matematika berlangsung, khususnya kalkulus, pada tahap perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi pembelajaran. Karena memerlukan komunikasi tatap muka dengan mahasiswa, pelaksanaan pembelajaran menjadi sangat penting. Untuk mendorong dan memfasilitasi pengembangan kemampuan berpikir kritis mahasiswa, teknik pembelajaran dilaksanakan melalui kegiatan pembelajaran, instruksi atau pertanyaan, dan masalah atau kesulitan. Dengan demikian, penting untuk memperhatikan kemampuan dosen dalam memimpin kelas dan mengajukan pertanyaan. Situasi dan riwayat siswa harus dipertimbangkan saat memilih strategi pembelajaran, apakah itu klasikal, kelompok, berpasangan, atau individu. Selain itu, masalah atau pertanyaan aritmetika harus dipilih dengan saksama, dinilai menurut kompleksitas, dan dimodifikasi sesuai dengan kurikulum dan penanda keterampilan yang perlu ditingkatkan (Susilo et al., 2022).

Dalam strategi pembelajaran dapat memengaruhi pencapaian dalam belajar di sekolah, yang biasanya diukur dalam wujud bentuk simbol huruf atau angka. Pencapaian

dalam hasil belajar mahasiswa bersifat tidak tetap dan bervariasi, mahasiswa yang dapat meraih kesuksesan yang memuaskan dalam belajar, dan sering pula mahasiswa mengalami kegagalan dalam fase belajarnya. Contohnya, dalam ujian akhir mendapatkan nilai yang masih dibawah standar penilaiannya yang menyebabkan ketidaklulusan dan tinggal kelas. Terdapat 3 faktor yang berpengaruh dari pencapaian dalam hasil belajar, ialah: (1) Faktor individual yang berasal dari diri sendiri, secara kesehatan fisik dan mental. (2) Faktor lingkungan, baik lingkungan sosial dan lingkungan alam. (3) Pendekatan pembelajaran berpusat pada mahasiswa untuk belajar secara mandiri dan aktif (Mutakin, 2015).

Meningkatkan efektivitas dalam proses pembelajaran kalkulus dengan menerapkan prinsip-prinsip pembelajaran dalam membantu mengatasi kesulitan belajar. Dengan prinsip-prinsip belajar, membuat pembelajaran kalkulus lebih bermakna mulai dari contoh yang konkret dan kemudian beralih konsep abstrak yang memberikan kesempatan untuk berlatih dan mengulanginya. Membantu kemampuan dalam menerapkan konsep kalkulus dengan situasi baru yang di mana bisa terlihat kelemahan dan kekuatan dalam pembelajaran secara seimbang dan kalkulator biasanya juga digunakan dalam pembelajaran sebagai alat hitung (Nisa & Suyadi, 2020).

Kesimpulan

Kalkulus dianggap sebagai disiplin ilmu yang memiliki peran penting karena menjadi dasar untuk mata kuliah lainnya dan meningkatkan kemampuan analisis dan berpikir kritis mahasiswa serta membantu memahami perubahan dan memiliki aplikasi luas dalam ilmu pengetahuan, teknologi, ekonomi dan teknik. Namun, proses pembelajaran kalkulus sering kali menghadapi berbagai kesulitan, baik yang terkait dengan pemahaman konsep-konsep dasar, seperti fungsi, turunan, dan integral, maupun kesulitan dalam menerapkan konsep tersebut dalam soal-soal matematika yang lebih kompleks. Kesulitan belajar ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, baik yang bersifat internal (psikologis dan biologis) maupun eksternal (lingkungan pendidikan, keluarga, dan masyarakat). Selain itu, kesulitan ini tidak hanya terjadi pada mahasiswa dengan kemampuan rendah, tetapi juga pada mahasiswa dari berbagai latar belakang.

Dosen perlu merancang strategi pembelajaran yang efektif untuk mengatasi kesulitan belajar, yang mencakup pengelolaan kelas yang baik, pemilihan metode yang sesuai, dan pemberian soal-soal yang menantang untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa. Pengurangan kesulitan belajar dan pengembangan kemampuan berpikir kritis dapat disesuaikan dengan kebutuhan, baik dengan pendekatan bertahap, bersamaan, atau simultan, sesuai dengan jenis dan faktor penyebab kesulitan yang dihadapi. Strategi pembelajaran yang tepat diharapkan dapat membantu mahasiswa mengatasi kesulitan mereka dalam memahami materi kalkulus dan mengembangkan keterampilan berpikir kritis yang penting dalam pembelajaran matematika.

Daftar Pustaka

- Ario, M., Annajmi, A., & Isharyadi, R. (2020). Pengembangan Video Pembelajaran Kalkulus Diferensial Berbasis Pen Tablet. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(2), 1129–1142. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v4i2.363>
- Cahyono, B. (2017). Analisis Ketrampilan Berfikir Kritis dalam Memecahkan Masalah Ditinjau Perbedaan Gender. *Aksioma*, 8(1), 50. <https://doi.org/10.26877/aks.v8i1.1510>
- Cipta, E. S. (2021). Analisis pembelajaran persamaan diferensial berdasarkan artikel-artikel penelitian. *Jurnal Analisa*.
- Imelda, I. (2018). Analisis Kesulitan Mahasiswa dalam Menyelesaikan Soal Pemecahan Masalah pada Mata Kuliah Aljabar dan Trigonometri. *MES: Journal of Mathematics Education and Science*.
- Kaliky, S., & Juhaevah, F. (2018). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas X SMA dalam Menyelesaikan Masalah Identitas Trigonometri Ditinjau dari Gender. *Matematika dan Pembelajaran*, 6(2), 111–126. <https://doi.org/10.33477/mp.v6i2.663>
- Khasanah, N. D. M., & Febriana, R. (2024). Filosofi Kalkulus dalam Sejarah Matematika. *Absis: Mathematics Education Journal*, 6(1), 43–51. <https://doi.org/10.32585/absis.v6i1.4902>
- Mutakin, T. Z. (2015). Analisis Kesulitan Belajar Kalkulus 1 Mahasiswa Teknik Informatika. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 3(1). <https://doi.org/10.30998/formatif.v3i1.113>
- Nisa, H., & Suyadi, S. (2020). Mengatasi Kesulitan Belajar Matematika Anak Usia Sekolah Dasar dengan Pendekatan Psikologi Kognitif. *Metodik Didaktik*, 16(1). <https://doi.org/10.17509/md.v16i1.25277>
- Ramadanti, F., & Pujiastuti, H. (2020). Analisis Kesulitan Mahasiswa Pendidikan Matematika Menyelesaikan Soal Pada Mata Kuliah Kalkulus I. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(2), 487–494. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v4i2.248>
- Sari, D. N., Dewi, S. E., Khadijah, S., Berutu, A. F., & Nabillah, S. (2024). *Meta Analisis: Analisis Kesulitan Matematis Mahasiswa pada Persamaan Diferensial*. 7(1).
- Silvia, S., Fernandez, Y. Z., & Limbong, Y. A. C. (2020). Hubungan Hasil Belajar Kalkulus Diferensial dan Kalkulus Integral Terhadap Hasil Belajar Kalkulus Lanjut Mahasiswa Pendidikan Matematika Universitas Sanata Dharma. *Jurnal Sains dan Edukasi Sains*, 3(2), 58–65. <https://doi.org/10.24246/juses.v3i2p58-65>
- Sopiany, H. N., & Rikayanti, R. (2018). Mensinergikan Kemampuan Geometri dan Analisis pada Mata Kuliah Kalkulus Diferensial Melalui Bahan Ajar Berbasis Geogebra. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 9(2), 164–173. <http://dx.doi.org/10.15294/kreano.v9i2.15965>
- Suryani, Y. E. (2010). Kesulitan Belajar. *Magistra*, 22(73), 33.
- Susilo, B. E., Darhim, D., & Prabawanto, S. (2019). Kesulitan Belajar Mahasiswa pada Materi Aplikasi Integral untuk Luas Daerah dalam Perspektif Disposisi Matematis. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 10(1), 86–93. <https://doi.org/10.15294/kreano.v10i1.19373>

-
- Susilo, B. E., Winarti, E. R., & Soedjoko, E. (2022). *BAB VII. Analisis Kesulitan Belajar Kalkulus, Reduksi, dan Strateginya sebagai Upaya Konstruksi Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Calon Guru*.
- Waskitoningtyas, R. S. (2016). Analisis Kesulitan Belajar Matematika Siswa Kelas V Sekolah Dasar Kota Balikpapan pada Materi Satuan Waktu Tahun Ajaran 2015/2016. *JIPM (Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika)*, 5(1), 24. <https://doi.org/10.25273/jipm.v5i1.852>
- Zhao, C., Pandian, A., & Mehar Singh, M. K. (2016). Instructional Strategies for Developing Critical Thinking in EFL Classrooms. *English Language Teaching*, 9(10), 14. <https://doi.org/10.5539/elt.v9n10p14>