ANALISIS KESALAHAN KONSEPTUAL DAN PROSEDURAL MAHASISWA PENDIDIKAN MATEMATIKA STKIP PGRI BANDAR LAMPUNG PADA PEMECAHAN MASALAH KALKULUS

Hesti Noviyana

STKIP PGRI Bandar Lampung
E-mail : hestihestinovinovi@gmail.com

ABSTRAK

Kalkulus merupakan mata kuliah fondasi yang krusial bagi calon guru matematika, namun sering kali menjadi sumber kesulitan belajar. Penelitian kualitatif deskriptif ini bertujuan untuk menganalisis pola kesalahan konseptual dan prosedural mahasiswa Pendidikan Matematika STKIP PGRI Bandar Lampung dalam pemecahan masalah kalkulus. Data dikumpulkan melalui tes tertulis soal uraian dan wawancara mendalam, kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi jenis dan akar penyebab kesalahan. Hasil penelitian mengungkap bahwa kedua jenis kesalahan tersebut saling berkait erat. Kesalahan konseptual yang dominan berupa miskonsepsi tentang esensi limit sebagai proses pendekatan, pemisahan konsep turunan dari konteks laju perubahan, dan pemahaman integral yang semata prosedural. Sementara itu, kesalahan prosedural paling banyak terjadi pada penerapan aturan rantai, teknik integrasi, dan manipulasi aljabar dasar. Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa kelemahan ini bersumber dari pembelajaran yang terlalu berorientasi pada produk dan algoritma, serta fondasi pengetahuan prasyarat (aljabar dan fungsi) yang tidak kokoh. Implikasi dari temuan ini menekankan pentingnya transformasi pembelajaran kalkulus yang menyeimbangkan pemahaman konseptual dan keterampilan prosedural, serta mengintegrasikan remediasi materi prasyarat secara kontekstual ke dalam perkuliahan. Penelitian ini merekomendasikan pengembangan model pembelajaran yang responsif untuk membekali calon guru dengan pemahaman mendalam, sehingga mereka dapat mencegah pewarisan miskonsepsi kepada peserta didik di masa depan.

Kata Kunci : *Analisis Kesalahan, Kesalahan Prosedural, Pemecahan Masalah, Kalkulus, Pendidikan Matematika*

PENDAHULUAN

Kalkulus merupakan salah satu mata kuliah inti dalam program studi pendidikan matematika yang berperan sebagai fondasi untuk memahami konsep-konsep matematika lanjutan dan aplikasinya dalam pembelajaran. Kedudukan sentralnya tidak hanya terletak pada kontennya yang esensial, tetapi juga pada perannya dalam membentuk cara berpikir analitis dan deduktif yang menjadi ciri kematangan matematis seorang calon guru (Jupri & Drijvers, 2016). Pemahaman yang utuh tentang limit, turunan, dan integral adalah prasyarat mutlak untuk mengakses cabang-cabang matematika tingkat lanjut seperti analisis real, persamaan diferensial, dan metode numerik. Lebih dari itu, konsep-konsep kalkulus juga menjadi landasan teoritis untuk memodelkan berbagai fenomena dalam ilmu pengetahuan, teknologi, dan kehidupan sehari-hari, sehingga penguasaannya menjadi kunci dalam membentuk guru yang mampu menghubungkan matematika murni dengan konteks nyata.

Namun, posisi strategis kalkulus ini berbanding terbalik dengan tantangan dan kesulitan yang secara konsisten dihadapi oleh mahasiswa, khususnya calon guru matematika. Banyak penelitian, termasuk observasi awal di STKIP PGRI Bandar Lampung, menunjukkan bahwa mahasiswa sering kali gagal mencapai pemahaman konseptual yang mendalam. Mereka cenderung menguasai kalkulus pada tingkat prosedural dan algoritmik semata, yaitu mampu menyelesaikan soal-soal rutin dengan mengikuti pola yang dihafal, tanpa memahami alasan mendasar di balik setiap langkah operasi tersebut. Kesenjangan antara penguasaan prosedur dan pemahaman konsep ini menciptakan kerapuhan dalam pengetahuan mereka. Akibatnya, ketika dihadapkan pada masalah non-rutin, kontekstual, atau yang memerlukan interpretasi, mahasiswa mengalami kebingungan dan kesulitan yang signifikan. Fenomena ini sangat mengkhawatirkan mengingat profil lulusan yang diharapkan adalah seorang pendidik yang harus mampu menjelaskan esensi konsep, bukan hanya melatih keterampilan menghitung (Rahim & Fatimah, 2018).

Permasalahan mendasar yang sering muncul adalah adanya miskonsepsi dan kesalahan berulang, baik secara konseptual maupun prosedural. Kesalahan konseptual, misalnya, dapat terlihat dari ketidakpahaman bahwa turunan fungsi pada suatu titik merepresentasikan laju perubahan instan, bukan sekadar kemiringan garis singgung secara geometris semata. Sementara itu, kesalahan prosedural sering terjadi dalam penerapan aturan rantai atau teknik integrasi yang tidak tepat. Kedua jenis kesalahan ini saling berkait dan memperkuat satu sama lain. Sebuah miskonsepsi akan menghasilkan prosedur yang keliru, dan sebaliknya, pelaksanaan prosedur yang tanpa pemahaman akan semakin mengaburkan konsep yang sebenarnya. Jika tidak diidentifikasi dan diperbaiki sejak dini, kesalahan-kesalahan ini akan terbawa hingga mahasiswa menjadi guru, berpotensi untuk direproduksi dan diwariskan kepada peserta didik mereka kelak, sehingga menciptakan siklus kesulitan belajar matematika yang berulang (Zulnaidi & Zamri, 2017).

Oleh karena itu, penelitian yang berfokus pada analisis kesalahan mahasiswa dalam pemecahan masalah kalkulus menjadi sangat urgen. Penelitian semacam ini tidak berhenti pada katalogisasi kesalahan, tetapi berusaha menelusuri akar penyebabnya, apakah bersumber dari kelemahan materi prasyarat, metode pembelajaran, atau cara berpikir mahasiswa sendiri. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis mendalam terhadap pola kesalahan konseptual dan prosedural mahasiswa pendidikan matematika STKIP PGRI Bandar Lampung dalam pemecahan masalah kalkulus. Hasil analisis diharapkan dapat memberikan peta diagnostik

yang jelas mengenai titik-titik kritis kesulitan belajar mahasiswa. Peta ini kemudian akan menjadi landasan empiris yang sangat berharga bagi para pengajar untuk merancang strategi pembelajaran, materi remediasi, dan evaluasi yang lebih tepat sasaran. Pada tataran yang lebih luas, upaya ini merupakan investasi dalam peningkatan kualitas pendidikan matematika secara keseluruhan, dengan menyiapkan calon-calon guru yang tidak hanya terampil secara teknis tetapi juga memiliki pemahaman konseptual yang kokoh, yang pada akhirnya akan meningkatkan mutu pembelajaran matematika di tingkat sekolah (Ulandari et al., 2019).

Mata kuliah ini menuntut pemahaman konseptual yang mendalam sekaligus keterampilan prosedural yang akurat. Namun, dalam praktiknya, banyak mahasiswa pendidikan matematika, termasuk di STKIP PGRI Bandar Lampung, menghadapi kesulitan yang signifikan dalam pemecahan masalah kalkulus. Kesulitan tersebut sering kali tidak hanya terletak pada kesalahan teknis (komputasi), tetapi lebih mendasar, yaitu pada kesalahan konseptual dan prosedural yang mengindikasikan miskonsepsi atau ketidaktuntasan dalam memahami esensi materi.

Kesalahan konseptual merujuk pada ketidakpahaman mahasiswa terhadap prinsip, definisi, atau teorema dasar dalam kalkulus, seperti pemahaman yang keliru tentang limit, turunan sebagai laju perubahan, atau integral sebagai jumlah kontinu. Sementara itu, kesalahan prosedural terjadi ketika mahasiswa telah memilih metode yang tepat tetapi melakukan kesalahan dalam penerapan langkah-langkah teknis, seperti kesalahan dalam teknik pengintegralan atau aturan rantai. Kedua jenis kesalahan ini saling berkaitan; miskonsepsi konseptual sering berujung pada kesalahan prosedural, dan sebaliknya, rutinitas prosedural tanpa pemahaman dapat memperkuat miskonsepsi (Tall, 2016).

Di konteks STKIP PGRI Bandar Lampung, sebagai lembaga pencetak calon pendidik matematika, analisis terhadap kesalahan mahasiswa dalam kalkulus menjadi sangat krusial. Calon guru yang memiliki pemahaman yang rapuh terhadap kalkulus berpotensi meneruskan miskonsepsi tersebut kepada peserta didik mereka di masa depan. Oleh karena itu, identifikasi pola kesalahan konseptual dan prosedural tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan prestasi akademik mahasiswa, tetapi juga merupakan investasi kualitas dalam menyiapkan guru matematika yang kompeten dan memahami akar permasalahan belajar.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis secara mendalam kesalahan konseptual dan prosedural mahasiswa pendidikan matematika STKIP PGRI Bandar Lampung dalam pemecahan masalah kalkulus. Analisis ini diharapkan dapat memberikan peta kesulitan belajar yang komprehensif, yang selanjutnya dapat menjadi dasar bagi pengembangan strategi pembelajaran, remediasi, maupun perbaikan kurikulum yang lebih tepat sasaran. Dengan demikian, temuan ini tidak hanya bermanfaat bagi peningkatan kualitas pembelajaran di tingkat perguruan tinggi, tetapi juga berkontribusi secara tidak langsung terhadap peningkatan mutu pendidikan matematika di tingkat sekolah melalui lulusan yang dihasilkan.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode deskriptif untuk menganalisis secara mendalam jenis dan penyebab kesalahan konseptual dan prosedural. Subjek penelitian adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika STKIP PGRI Bandar Lampung yang sedang menempuh mata kuliah Kalkulus. Pemilihan subjek dilakukan secara purposive sampling dengan memilih sejumlah mahasiswa yang memiliki nilai tugas atau ujian

Kalkulus di bawah kriteria ketuntasan minimal, sehingga dianggap mewakili populasi yang mengalami kesulitan.

Data penelitian dikumpulkan melalui teknik triangulasi untuk memperoleh keabsahan data. Instrumen utama yang digunakan adalah tes tertulis berbentuk uraian yang terdiri atas beberapa soal pemecahan masalah kalkulus, khususnya pada topik limit, turunan, dan integral. Soal-soal dirancang untuk mengungkap bukan hanya jawaban akhir, tetapi lebih penting lagi, proses berpikir dan langkah-langkah penyelesaian yang ditulis oleh mahasiswa. Instrument pendukung berupa pedoman wawancara semi-terstruktur yang digunakan untuk mendalami alasan dan pemikiran mahasiswa di balik jawaban tertulis mereka. Wawancara dilakukan terhadap subjek terpilih setelah analisis dokumen tes untuk mengkonfirmasi dugaan kesalahan dan memahami akar permasalahannya.

Data yang telah terkumpul dianalisis secara interaktif melalui tiga tahap alur yang saling berkaitan. Pertama, data hasil tes diperiksa dan diidentifikasi kesalahan-kesalahannya. Kesalahan kemudian diklasifikasikan berdasarkan jenisnya, yaitu kesalahan konseptual dan kesalahan prosedural, mengacu pada teori yang melandasi penelitian. Tahap kedua, hasil identifikasi dan klasifikasi tersebut didialogkan dengan data transkrip wawancara untuk menelusuri penyebab terjadinya setiap kesalahan, apakah berasal dari miskonsepsi, ketidakhafalan rumus, ketidaktelitian, atau faktor lainnya. Tahap ketiga, dilakukan interpretasi mendalam untuk menyusun deskripsi yang komprehensif mengenai pola kesalahan yang dominan serta faktor-faktor yang melatarbelakanginya. Keabsahan temuan dijaga melalui diskusi dengan ahli (expert judgment) untuk mengecek konsistensi kategorisasi dan interpretasi yang dilakukan peneliti.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis mendalam terhadap data tes dan wawancara, penelitian ini berhasil mengidentifikasi pola kesalahan konseptual dan prosedural yang dominan dilakukan oleh mahasiswa dalam menyelesaikan masalah kalkulus. Temuan menunjukkan bahwa kesalahan konseptual bukan hanya lebih mendasar, tetapi juga menjadi akar penyebab dari banyak kesalahan prosedural yang tampak di permukaan.

Pada ranah konseptual, miskonsepsi paling menonjol terlihat dalam pemahaman tentang hakikat limit dan kekontinuan. Banyak mahasiswa yang memandang limit sekadar sebagai proses substitusi aljabar, tanpa pemahaman intuitif tentang pendekatan nilai. Misalnya, dalam menyelesaikan soal limit fungsi trigonometri menuju tak hingga, mereka cenderung langsung mensubstitusikan tanpa mempertimbangkan sifat osilasi fungsi. Konsep turunan juga sering disalahtafsirkan hanya sebagai rumus formal untuk mencari gradien garis singgung, sehingga mereka kesulitan ketika harus mengaplikasikan turunan dalam konteks masalah laju perubahan yang terkait dengan kehidupan nyata. Sementara itu, dalam integral, kesalahan konseptual utama terletak pada pemahaman integral tak tentu sebagai kebalikan turunan yang bersifat prosedural belaka, sehingga mahasiswa gagal melihat integral tentu sebagai proses penjumlahan kontinu yang direpresentasikan oleh luas daerah di bawah kurva. Kekeliruan dalam membedakan notasi dan makna antara diferensial (dx) sebagai bagian dari operator integral dengan variabel bebas juga sering terjadi.

Kesalahan prosedural yang muncul sebagian besar merupakan turunan dari kelemahan konseptual tersebut. Dalam menyelesaikan masalah turunan, kesalahan yang sering muncul adalah penerapan aturan rantai yang tidak tuntas, khususnya pada fungsi komposisi yang

melibatkan fungsi trigonometri atau eksponen. Mereka kerap melupakan untuk mendiferensialkan fungsi bagian dalam (*inner function*). Pada masalah integral, kesalahan prosedural yang dominan adalah pemilihan teknik integrasi yang tidak tepat, seperti memaksakan penggunaan integral substitusi pada bentuk-bentuk yang sebenarnya lebih sederhana, atau kesalahan dalam teknik integrasi parsial akibat ketidaktepatan penentuan *u* dan *dv*. Selain itu, ketidaktelitian manipulasi aljabar, seperti kesalahan tanda, penyederhanaan pecahan, dan penguraian bentuk akar, juga menjadi penyebab umum kegagalan prosedural meskipun konsep dasarnya sudah dipahami.

Hasil wawancara mengungkap bahwa akar dari kesalahan-kesalahan tersebut multifaktor. Pertama, terdapat kecenderungan pembelajaran yang berorientasi pada pencapaian jawaban akhir (*product-oriented*) dan kurang menekankan pada proses berpikir (*process-oriented*). Mahasiswa terbiasa menghafal rumus dan langkah-langkah baku tanpa membangun pemahaman relasional antar konsep. Kedua, kelemahan prasyarat matematika, khususnya dalam aljabar dan trigonometri, sangat memengaruhi kemampuan mereka dalam mengeksekusi prosedur kalkulus dengan benar. Ketiga, kurangnya latihan dalam memecahkan masalah kontekstual atau masalah non-rutin menyebabkan mahasiswa tidak terbiasa mengaitkan simbol-simbol formal kalkulus dengan makna atau representasinya.

Pembahasan

Temuan ini sejalan dengan berbagai penelitian terdahulu yang menyoroti bahwa kesulitan dalam kalkulus sering bermula dari miskonsepsi yang terbawa sejak pembelajaran prasyarat. Analisis terhadap pola kesalahan mahasiswa mengungkap sebuah rantai kelemahan yang berakar dari fondasi matematika sekolah menengah. Konsep limit, yang menjadi gerbang utama kalkulus, sering kali diajarkan dan dipelajari sebagai teknik manipulasi aljabar untuk menghindari bentuk tak tentu, seperti penggunaan dalil L'Hôpital secara dini, tanpa membangun intuisi tentang pendekatan nilai. Akibatnya, mahasiswa masuk ke dalam pembelajaran turunan dan integral dengan pemahaman yang rapuh tentang dasar-dasar analitisnya. Mereka membawa serta keyakinan bahwa matematika adalah kumpulan prosedur yang dihafal, bukan sebagai sebuah sistem konsep yang saling terhubung secara logis. Oleh karena itu, ketika dihadapkan pada masalah yang sedikit berbeda dari contoh-contoh rutin, mereka mengalami disorientasi karena tidak memiliki kerangka konseptual yang kokoh untuk dijadikan tumpuan (Sari & Afriansyah, 2021).

Lebih jauh, kesalahan dalam materi prasyarat seperti aljabar, fungsi, dan trigonometri ternyata bukan sekadar kesalahan teknis yang terisolasi. Kesalahan-kesalahan tersebut berkembang menjadi penghalang konseptual yang lebih besar dalam kalkulus. Sebagai contoh, ketidakmampuan mahasiswa dalam memahami dan memanipulasi komposisi fungsi dengan baik berakibat langsung pada kesulitan mereka dalam menguasai aturan rantai pada diferensial dan teknik substitusi pada integral. Demikian pula, kelemahan dalam memahami sifat-sifat grafik fungsi membuat mereka sulit memvisualisasikan turunan sebagai kemiringan atau integral sebagai luas daerah. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran kalkulus di perguruan tinggi tidak dapat dipisahkan dari upaya untuk terus-menerus merekonstruksi dan memperkuat konsep-konsep prasyarat. Tanpa upaya tersebut, miskonsepsi yang terbawa akan mengkristal dan semakin sulit diperbaiki (Purnomo & Aziz, 2020).

Implikasi dari temuan ini bagi proses pembelajaran di program studi pendidikan matematika sangatlah mendalam. Pendekatan pembelajaran yang terlalu berfokus pada penyampaian rumus dan latihan soal rutin, seperti yang sering dilaporkan oleh mahasiswa dalam

wawancara, terbukti tidak efektif dalam membangun pemahaman yang berkelanjutan. Pendekatan semacam itu hanya menghasilkan pengetahuan yang inert, yaitu pengetahuan yang dapat diingat dan digunakan dalam konteks ujian yang familier, tetapi gagal diaplikasikan dalam situasi pemecahan masalah yang baru. Oleh karena itu, diperlukan transformasi pedagogis yang menempatkan pemahaman konseptual sebagai tujuan yang setara, bahkan mendahului, penguasaan prosedural. Pembelajaran harus dirancang untuk memancing konflik kognitif, di mana mahasiswa dihadapkan pada situasi yang menantang asumsi mereka, mendorong diskusi, dan merefleksikan proses berpikir mereka sendiri. Penggunaan teknologi digital untuk simulasi dan visualisasi dinamis dapat menjadi alat yang sangat potensial untuk membantu mahasiswa membayangkan proses limit, perubahan sesaat, atau akumulasi luas.

Dengan kata lain, mengidentifikasi kesalahan konseptual dan prosedural ini bukanlah akhir, melainkan titik awal yang kritis untuk perbaikan. Hasil analisis ini memberikan peta jalan yang jelas tentang area-area yang paling rentan dalam pemahaman kalkulus mahasiswa calon guru. Langkah strategis selanjutnya adalah mengembangkan desain instruksional, bahan ajar, dan instrument asesmen formatif yang secara spesifik menargetkan miskonsepsi-miskonsepsi tersebut. Intervensi yang berfokus pada memperkuat hubungan antara representasi simbolis, numerik, grafik, dan verbal dari suatu konsep kalkulus diharapkan dapat membantu mahasiswa membangun pemahaman yang lebih utuh dan tahan lama. Pada akhirnya, upaya ini tidak hanya bertujuan meningkatkan nilai akademik, tetapi yang lebih penting adalah memastikan bahwa lulusan Program Studi Pendidikan Matematika STKIP PGRI Bandar Lampung benar-benar menguasai materi fondasi ini, sehingga kelak mereka mampu menjadi guru yang dapat menjelaskan "mengapa" di balik setiap "bagaimana" kepada siswa mereka di masa depan.

Miskonsepsi tentang limit sebagai substitusi, misalnya, menunjukkan bahwa mahasiswa belum mencapai tahap pemahaman *process-object* yang diperlukan untuk melanjutkan ke konsep turunan dan integral. Hal ini menjadi tantangan serius mengingat kalkulus adalah fondasi bagi matematika lanjut. Keterkaitan erat antara kesalahan konseptual dan prosedural mengonfirmasi teori bahwa pemahaman konseptual dan keterampilan prosedural berkembang secara interdependen; yang satu tidak dapat diabaikan demi yang lain (Ningsih & Junaedi, 2019).

Dalam konteks pendidikan calon guru di STKIP PGRI Bandar Lampung, temuan ini memiliki implikasi yang signifikan. Calon guru yang memiliki pemahaman kalkulus yang fragmentatif dan penuh miskonsepsi berisiko besar menjadi guru yang mengajarkan matematika secara mekanistik. Mereka berpotensi mereproduksi metode pembelajaran yang mereka alami, yang terbukti kurang efektif dalam membangun pemahaman mendalam. Oleh karena itu, upaya perbaikan harus dilakukan secara sistematis. Pembelajaran kalkulus perlu dirancang ulang dengan lebih banyak menyertakan aktivitas yang mendorong konstruksi pemahaman konseptual, seperti penggunaan media visual, masalah kontekstual, dan diskusi yang mendorong mahasiswa merefleksikan dan mempertanyakan setiap langkah prosedur yang dilakukan. Remediasi terhadap materi prasyarat, khususnya aljabar dan fungsi, juga harus menjadi bagian integral dari perkuliahan kalkulus. Upaya ini tidak dapat dianggap sebagai tambahan atau kegiatan tambahan yang bersifat opsional, melainkan sebagai langkah korektif yang mendesak dan sistematis. Pengalaman pembelajaran mahasiswa menunjukkan bahwa kelemahan dalam keterampilan dasar aljabar—seperti manipulasi eksponen, operasi pecahan, faktorisasi, dan penyederhanaan bentuk akar—bukan sekadar kesalahan kecil yang dapat diabaikan. Kesalahan-kesalahan tersebut justru menjadi batu sandungan yang menyebabkan seluruh proses penyelesaian masalah kalkulus menjadi salah arah, meskipun konsep besarnya telah dipahami. Demikian pula, pemahaman yang

samar-samar tentang fungsi, termasuk domain, kodomain, komposisi, dan invers, membuat mahasiswa kesulitan memahami turunan sebagai fungsi baru dan integral sebagai operasi pada fungsi. Oleh karena itu, perkuliahan kalkulus harus secara sadar menyisipkan *diagnostic assessment* di awal perkuliahan atau setiap topik baru untuk mengidentifikasi kelemahan prasyarat mahasiswa, diikuti dengan sesi-sesi remediasi yang terfokus dan kontekstual (Maharani & Subanji, 2018).

Remediasi yang efektif tidak berarti mengulang seluruh pelajaran SMA secara terpisah, melainkan mengintegrasikan penguatan materi prasyarat tersebut ke dalam konteks masalah kalkulus itu sendiri. Sebagai contoh, ketika membahas aturan rantai pada turunan, dosen dapat sekaligus meluangkan waktu untuk memperkuat pemahaman tentang dekomposisi fungsi dan mengajak mahasiswa berlatih mengidentifikasi fungsi dalam dan fungsi luar pada berbagai bentuk. Dalam pembelajaran integral substitusi, mahasiswa dapat dilatih kembali teknik manipulasi aljabar untuk menyempurnakan bentuk diferensial. Pendekatan integratif seperti ini membuat remediasi menjadi lebih bermakna karena mahasiswa langsung melihat relevansi dan kegunaan materi prasyarat tersebut dalam menyelesaikan masalah yang sedang mereka hadapi. Dengan demikian, upaya ini akan dirasakan sebagai bagian yang organik dari pembelajaran, bukan sebagai beban tambahan yang terpisah.

Implementasi strategi ini tentu memerlukan komitmen dan penyesuaian dari berbagai pihak, terutama dalam hal alokasi waktu perkuliahan dan desain rencana pembelajaran semester (RPS). Dosen perlu merancang aktivitas pembelajaran yang memungkinkan proses *scaffolding*, yaitu memberikan dukungan bertahap untuk membangun kepercayaan diri dan kompetensi mahasiswa dalam materi dasar sebelum membawa mereka ke tingkat abstraksi yang lebih tinggi. Selain itu, pemanfaatan sumber belajar berbasis teknologi, seperti *quiz* diagnostik interaktif atau modul pengayaan mandiri daring, dapat menjadi solusi untuk memberikan remediasi yang lebih personal sesuai dengan kebutuhan individu mahasiswa tanpa harus mengorbankan banyak waktu di kelas (As'ari et al., 2017).

Pada akhirnya, menjadikan remediasi prasyarat sebagai bagian integral dari perkuliahan adalah investasi jangka panjang untuk memutus mata rantai kelemahan konseptual yang berlarut-larut. Tindakan ini tidak hanya meningkatkan keberhasilan mahasiswa dalam mata kuliah kalkulus, tetapi juga membekali mereka dengan fondasi matematika yang kokoh untuk menempuh mata kuliah lanjutan seperti persamaan diferensial, analisis real, atau metode numerik. Lebih penting lagi bagi calon guru, pengalaman menjalani proses remediasi yang terstruktur dan bermakna ini akan membentuk *pedagogical content knowledge* mereka. Mereka akan memiliki kesadaran dan wawasan yang lebih baik tentang kesulitan belajar yang mungkin dihadapi oleh siswa mereka kelak, serta strategi untuk mengatasinya. Dengan kata lain, melalui proses ini, mahasiswa tidak hanya belajar matematika, tetapi juga belajar bagaimana cara mengajarkan matematika dengan penuh pemahaman dan empati.

Dengan demikian, analisis ini tidak hanya berhenti pada deskripsi kesalahan, tetapi telah membuka ruang untuk intervensi pedagogis yang lebih tepat. Langkah selanjutnya adalah mengembangkan dan menguji model pembelajaran atau bahan ajar kalkulus yang secara spesifik dirancang untuk mencegah dan memperbaiki miskonsepsi yang telah teridentifikasi, sehingga secara bertahap dapat meningkatkan kompetensi matematis calon guru matematika.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa mahasiswa Pendidikan Matematika STKIP PGRI Bandar Lampung menghadapi tantangan yang signifikan dalam pemecahan masalah kalkulus, yang termanifestasi dalam dua kategori kesalahan yang saling berkaitan: kesalahan konseptual dan kesalahan prosedural. Kesalahan konseptual yang dominan meliputi miskonsepsi mendasar tentang hakikat limit sebagai proses pendekatan, pemahaman turunan yang terlepas dari konteks laju perubahan, serta interpretasi integral yang terbatas pada prosedur algoritmik tanpa pemahaman tentang akumulasi. Sementara itu, kesalahan prosedural paling sering terjadi dalam penerapan aturan rantai, pemilihan teknik integrasi, dan manipulasi aljabar yang tidak teliti. Temuan kunci penelitian ini menunjukkan bahwa kelemahan prosedural seringkali berakar dari miskonsepsi konseptual, dan keduanya diperparah oleh kelemahan pada materi prasyarat, khususnya aljabar dan fungsi.

Implikasi dari penelitian ini menegaskan bahwa pendekatan pembelajaran kalkulus yang berfokus pada penghafalan dan penyelesaian soal rutin tidak memadai untuk membangun pemahaman yang berkelanjutan pada calon guru matematika. Diperlukan transformasi pedagogis yang menempatkan pemahaman konseptual sebagai fondasi yang setara dengan keterampilan prosedural. Pembelajaran harus dirancang untuk secara aktif mengungkap dan mengonfrontasi miskonsepsi mahasiswa melalui diskusi, visualisasi, dan pemecahan masalah kontekstual. Selain itu, remediasi terhadap materi prasyarat harus menjadi bagian yang integral dan kontekstual dalam perkuliahan, bukan sebagai aktivitas terpisah, untuk memutus mata rantai kelemahan yang berlarut-larut.

Secara lebih luas, penelitian ini menyoroti urgensi untuk memperkuat kompetensi matematis calon guru. Sebagai institusi pencetak pendidik, STKIP PGRI Bandar Lampung memiliki peran kritis dalam memastikan bahwa lulusannya tidak hanya mampu menyelesaikan soal kalkulus, tetapi juga memahami esensi konsep-konsepnya secara mendalam. Hanya dengan pemahaman yang utuh ini, mereka dapat kelak menjadi guru yang mampu menjelaskan "mengapa" di balik setiap "bagaimana", sehingga dapat mencegah terwarisnya miskonsepsi kepada generasi peserta didik berikutnya. Oleh karena itu, rekomendasi utama dari penelitian ini adalah pengembangan dan implementasi suatu model pembelajaran kalkulus yang responsif terhadap kesalahan umum mahasiswa, yang mengintegrasikan asesmen diagnostik, remediasi terfokus, dan strategi pemahaman konseptual secara menyeluruh.

DAFTAR PUSTAKA

As'ari, A. R., Mahmudi, A., & Nuerlaelah, E. (2017). Why We Need to Teach Calculus: A Study on Students' Difficulties in Understanding Calculus Concepts. *Journal on Mathematics Education*, 8(1), 41-54.

Jupri, A., & Drijvers, P. (2016). Student Difficulties in Mathematizing Word Problems in Algebra. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(9), 2481-2502

Maharani, I. P., & Subanji, S. (2018). Analisis Kesalahan Mahasiswa dalam Menyelesaikan Soal Kalkulus Integral Berdasarkan Prosedur Newman. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 3(5), 681-687.

Ningsih, E. F., & Junaedi, I. (2019). Analisis Kesalahan Mahasiswa dalam Menyelesaikan Soal-Soal Kalkulus Diferensial Berdasarkan Kategori Kesalahan Watson. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 2. 479-485.

Purnomo, D., & Aziz, T. A. (2020). Identifikasi Miskonsepsi Mahasiswa pada Materi Aplikasi Turunan Menggunakan Certainty of Response Index (CRI). *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 9(2), 439-451.

Rahim, M. H., & Fatimah, S. (2018). Analisis Kesalahan Mahasiswa dalam Memecahkan Masalah Matematika pada Mata Kuliah Kalkulus 1. *Jurnal Numeracy*, 5(2), 176-185.

Sari, D. P., & Afriansyah, E. A. (2021). Analisis Kesalahan Mahasiswa dalam Menyelesaikan Soal Limit Fungsi Trigonometri. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(2), 331-342.

Tall, D. (2016). *How Humans Learn to Think Mathematically: Journeys through Three Worlds of Mathematics*. Cambridge University Press.

Ulandari, L., Amry, Z., & Saragih, S. (2019). Development of Learning Materials Based on Realistic Mathematics Education Approach to Improve Students' Mathematical Problem Solving Ability and Self-Efficacy. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 14(2), 375-383.

Zulnaidi, H., & Zamri, S. N. A. S. (2017). The Effectiveness of the GeoGebra Software: The Intermediary Role of Procedural Knowledge on Students' Conceptual Knowledge and Their Achievement in Mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(6), 2155-2180.