

Tantangan dan Strategi Pembelajaran Statistik dan Kalkulus Dasar pada Program Studi Pendidikan Teknik Elektro: Kajian Literatur

Maspi, Dedi Mahrizon, Yos Darso Afero

^{1,2,3} Akademi Manajemen Informatika dan Komputer Kosgoro Solok

Corresponding author e-mail: maspipapi507@gmail.com,
mahrizondedi@gmail.com, yosfero@gmail.com

Abstrak: Perkembangan industri berbasis data, Internet of Things, dan kecerdasan buatan menuntut lulusan Pendidikan Teknik Elektro memiliki kemampuan reasoning kuantitatif yang kuat, khususnya melalui penguasaan statistik dan kalkulus dasar. Namun, pembelajaran kedua mata kuliah tersebut masih menghadapi berbagai tantangan, baik dari aspek kognitif, afektif, maupun pedagogik. Artikel ini bertujuan untuk mengkaji secara komprehensif tantangan dan strategi pembelajaran statistik dan kalkulus dasar pada Program Studi Pendidikan Teknik Elektro melalui pendekatan kajian literatur. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif dengan sumber data berupa artikel jurnal nasional dan internasional yang relevan dan dipublikasikan dalam rentang tahun 2021–2025. Data dianalisis menggunakan teknik analisis isi untuk mengidentifikasi pola tantangan pembelajaran serta strategi yang direkomendasikan dalam literatur. Hasil kajian menunjukkan bahwa pembelajaran statistik dan kalkulus dasar menghadapi tantangan utama berupa kesenjangan kemampuan awal mahasiswa, dominasi pemahaman prosedural, tingginya tingkat abstraksi materi, serta hambatan afektif seperti kecemasan belajar. Selain itu, pembelajaran yang masih berpusat pada dosen dan minimnya integrasi konteks teknik elektro turut memperlemah keterlibatan dan motivasi belajar mahasiswa. Pembahasan mengungkapkan bahwa strategi pembelajaran aktif, pemanfaatan teknologi visual, pendekatan flipped classroom, pembelajaran berbasis konteks, serta penciptaan lingkungan belajar yang aman secara psikologis berpotensi meningkatkan pemahaman konseptual dan keterlibatan mahasiswa. Kesimpulan penelitian ini menegaskan bahwa pembelajaran statistik dan kalkulus dasar perlu dirancang secara integratif dengan memperhatikan aspek kognitif, afektif, dan pedagogik agar mampu membentuk kompetensi profesional dan kesiapan mengajar calon pendidik teknik elektro di era berbasis data.

Kata kunci: Pendidikan teknik elektro; Statistik; Kalkulus dasar; Pembelajaran aktif.

A. Introduction

Perkembangan industri berbasis data, *Internet of Things*, dan kecerdasan buatan membuat lulusan Pendidikan Teknik Elektro tidak cukup hanya menguasai konsep rangkaian dan sistem, tetapi juga harus kuat dalam reasoning kuantitatif untuk membaca data, memodelkan fenomena, dan mengambil keputusan berbasis bukti. Kajian tentang literasi statistik menunjukkan bahwa statistik semakin diposisikan sebagai komponen penting dalam kurikulum matematika karena ketersediaan data

dan kebutuhan analisis modern yang terus meningkat (Shobikhah dkk., 2025). Dalam konteks pendidikan tinggi, penguatan statistik dan kalkulus juga relevan untuk membangun kebiasaan berpikir ilmiah mulai dari merumuskan masalah, menguji asumsi, hingga menafsirkan hasil. Karena itu, program studi kependidikan teknik perlu menata pembelajaran matematika dasar sebagai fondasi pedagogik sekaligus fondasi kompetensi profesi. Penguatan ini menjadi semakin penting ketika calon guru nantinya mengajar materi kuantitatif kepada siswa yang beragam kemampuan awalnya. Di titik ini, pembelajaran statistik dan kalkulus dasar bukan sekadar mata kuliah “wajib”, tetapi gateway menuju kompetensi analitis di bidang elektro.

Di sisi lain, tantangan pembelajaran matematika dasar di pendidikan teknik sering berangkat dari persepsi bahwa matematika bersifat terlalu abstrak dan jauh dari program studi yang dipilih mahasiswa. Pada mahasiswa teknik tahun pertama, ketidakselarasan antara ekspektasi “praktis” dan pengalaman kuliah matematika yang konseptual dapat melemahkan motivasi dan usaha belajar. Hal ini sejalan dengan temuan bahwa banyak mahasiswa teknik memandang mata kuliah matematika terlalu abstrak dan kurang terkait dengan bidangnya, sehingga berisiko menurunkan hasil belajar (Hsu & Hsu, 2025). Ketika motivasi menurun, mahasiswa cenderung memilih strategi belajar permukaan, seperti menghafal rumus tanpa memahami ide kunci. Dampaknya bukan hanya pada nilai, tetapi juga pada kemampuan transfer konsep ke masalah teknik. Karena program studi Pendidikan Teknik Elektro berorientasi menghasilkan calon pendidik, tantangan ini menjadi ganda: mereka harus paham konsep sekaligus mampu menjelaskan konsep itu secara didaktik. Maka, pembelajaran perlu dirancang agar “abstrak” terasa bermakna, terhubung, dan bisa diajarkan kembali secara pedagogis.

Kalkulus dasar menempati posisi strategis karena menjadi bahasa untuk menjelaskan perubahan, laju, dan akumulasi konsep yang sangat dekat dengan sinyal, kontrol, energi, dan sistem dinamis. Namun, kalkulus juga sering dipandang sebagai salah satu mata kuliah paling menantang, bahkan “mengintimidasi”, dan banyak mahasiswa merasa kesulitan mempelajarinya. Studi sikap belajar kalkulus pada mahasiswa sains dan teknologi menunjukkan kalkulus luas dipersepsikan sulit dan sikap mahasiswa berkaitan dengan capaian/performanya (Hassim dkk., 2023). Kesulitan ini sering muncul karena mahasiswa belum membangun pemahaman konseptual yang utuh, melainkan melihat kalkulus sebagai kumpulan prosedur. Pola ini berbahaya bagi calon guru, sebab mengajar kalkulus menuntut kemampuan menjembatani intuisi, representasi visual, dan prosedur. Dalam Pendidikan Teknik Elektro, urgensi semakin tinggi karena kalkulus tidak berdiri sendiri, tetapi menjadi prasyarat untuk mata kuliah lanjut seperti elektromagnetik, sistem kontrol, dan pemrosesan sinyal. Jika fondasi rapuh, maka hambatan akan berantai dan memperbesar beban kognitif di semester berikutnya. Karena itu, strategi pembelajaran kalkulus dasar harus memprioritaskan pemahaman konseptual, koneksi antarkonsep, dan relevansi teknik.

Tantangan konseptual kalkulus juga kerap bersumber dari kesenjangan prasyarat dan keterputusan antar-topik seperti limit, turunan, integral. Banyak mahasiswa

cenderung memandang topik-topik ini sebagai bagian terpisah, sehingga sulit membangun hubungan yang diperlukan untuk penalaran kalkulus. Temuan menunjukkan keberhasilan belajar kalkulus sangat bergantung pada fondasi prasyarat seperti aljabar, trigonometri, dan geometri analitik; kekurangan pada prasyarat ini mendorong kesulitan pada kalkulus (Hsu & Hsu, 2025). Bahkan pada integral, mahasiswa sering jatuh pada hafalan rumus tanpa memahami relasi invers integral-turunan, sehingga rentan salah ketika diminta membalik operasi atau memilih metode (Hsu & Hsu, 2025). Ini selaras dengan kebutuhan pembelajaran yang menekankan koneksi, bukan fragmentasi. Untuk calon pendidik teknik, penguatan koneksi konsep juga menentukan kualitas penjelasan dan kualitas contoh yang akan diberikan kelak. Karena itu, tantangan bukan hanya “mahasiswa sulit”, tetapi juga “desain pembelajaran perlu membantu mahasiswa membangun jembatan konsep”. Dengan kerangka itu, literatur terbaru mendorong pergeseran dari ceramah-prosedural menuju pendekatan yang memfasilitasi konstruksi makna secara bertahap.

Di ranah statistik, urgensi juga menguat karena bidang elektro semakin bergantung pada analisis data, eksperimen, dan evaluasi performa sistem. Namun, statistik memiliki hambatan afektif yang khas: banyak mahasiswa mengalami kecemasan statistik yang mengganggu keterlibatan belajar. Terdapat laporan bahwa kecemasan statistik dapat berdampak besar pada kemampuan mahasiswa mempelajari statistik secara efektif, dan perilaku menghindar (misalnya enggan bertanya, menunda tugas) bisa menurunkan performa (Marshall dkk., 2022). Pada konteks pembelajaran daring, studi pada mahasiswa teknik menemukan kecemasan statistik muncul sebagai faktor negatif yang dapat menekan pengalaman belajar dan performa, terutama ketika mahasiswa kesulitan belajar statistik secara online (Casinillo, 2022). Dampaknya bukan hanya emosional, tetapi juga kognitif: kecemasan membuat mahasiswa lebih fokus “takut salah” daripada memahami konsep. Bagi Pendidikan Teknik Elektro, ini berarti dosen perlu merancang pengalaman belajar statistik yang aman secara psikologis (*psychologically safe*), bertahap, dan kaya dukungan. Selain itu, statistik sering dipersepsikan “alat skripsi”, bukan alat berpikir; persepsi ini menurunkan kedalaman belajar jika tidak dikoreksi melalui desain tugas yang autentik. Maka, pembelajaran statistik perlu memadukan penguatan konsep, konteks teknik, dan intervensi afektif untuk menekan kecemasan.

Aspek sikap dan persepsi juga berperan besar baik pada statistik maupun kalkulus, karena keduanya menuntut ketekunan dan latihan bermakna. Dalam studi sikap terhadap statistik, ditekankan pentingnya menghubungkan mahasiswa dengan statistik dan menangani isu kecemasan statistik, karena sikap memengaruhi cara belajar dan hasil belajar (Sharma, 2021). Pada kalkulus, studi sikap mahasiswa menunjukkan hubungan antara sikap dan capaian kalkulus, sehingga strategi pembelajaran perlu memperhatikan dimensi afektif, bukan hanya prosedural (Hassim dkk., 2023). Bagi calon guru teknik, sikap ini akan “ditularkan” secara pedagogis: guru yang merasa kalkulus hanya rumus cenderung mengajar kalkulus sebagai rumus. Karena itu, program studi perlu menumbuhkan mathematical disposition

yang positif, termasuk rasa mampu, rasa relevan, dan rasa aman untuk mencoba. Di titik ini, tantangan pembelajaran bukan semata kesulitan materi, tetapi juga “iklim belajar” yang membentuk keberanian mahasiswa untuk berdiskusi, menguji ide, dan merevisi pemahaman. Literatur mutakhir mengisyaratkan bahwa intervensi afektif dan strategi aktif dapat berjalan bersama untuk memperbaiki capaian. Dengan demikian, strategi pembelajaran yang efektif harus menyasar dua ranah sekaligus: pemahaman konseptual dan regulasi emosi belajar.

Salah satu strategi yang sering direkomendasikan adalah pembelajaran aktif (*active learning*) yang mengurangi dominasi ceramah dan meningkatkan kerja kolaboratif serta eksplorasi masalah. Dalam konteks kalkulus, model pembelajaran yang menekankan mahasiswa “aktif melakukan matematika” bersama rekan (*peer work*) dalam kelas yang mengurangi ceramah dilaporkan sebagai upaya berbasis bukti untuk memperbaiki pengalaman belajar, terutama bagi mahasiswa yang kurang siap (Watson dkk., 2023). Fokus pada praktik pemodelan dan aktivitas bermakna membantu mahasiswa melihat kalkulus sebagai cara berpikir, bukan daftar rumus. Strategi aktif juga relevan bagi Pendidikan Teknik Elektro karena praktik elektro (misalnya analisis sinyal) menuntut interpretasi dan pemodelan, bukan sekadar hitung cepat. Dengan pembelajaran aktif, dosen dapat menekankan representasi multi-bentuk: grafik, tabel, simbol, dan narasi teknis. Ini juga membuka ruang umpan balik cepat, sehingga miskonsepsi bisa dikoreksi sebelum menjadi kebiasaan prosedural yang salah. Selain itu, kerja kelompok dapat mengurangi kecemasan karena mahasiswa merasa tidak belajar sendirian. Karena itu, aktif-learning menjadi jembatan penting antara tuntutan kompetensi teknik dan karakter materi kalkulus.

Strategi lain yang menguat dalam literatur adalah *flipped classroom*, terutama ketika waktu tatap muka dimanfaatkan untuk diskusi, latihan terarah, dan pemecahan masalah. Studi *flipped classroom* menunjukkan peningkatan capaian matematika dan penurunan stres psikologis pada kelompok eksperimen dibanding kontrol, dengan pembelajaran video sebelum kelas dan penguatan aktivitas di kelas (Atwa dkk., 2022). Meskipun studi tersebut tidak spesifik pada kalkulus di pendidikan teknik, mekanismenya relevan: menggeser paparan awal konsep ke luar kelas agar waktu kelas fokus pada kesulitan nyata mahasiswa. Dalam kalkulus dasar, pola ini memungkinkan dosen mengalokasikan waktu untuk interpretasi konsep (misalnya makna turunan sebagai laju perubahan) dan koneksi ke konteks teknik. Dalam statistik, *flipped classroom* juga potensial karena pemahaman prosedur dasar (misalnya membaca output perangkat lunak) bisa dipelajari mandiri, lalu kelas dipakai untuk interpretasi, kritik asumsi, dan diskusi kesalahan. Untuk calon guru, pengalaman *flipped* juga memberi contoh desain pembelajaran modern yang kelak bisa mereka adaptasi di sekolah. Namun, *flipped* perlu dukungan materi yang jelas, tugas prabelajar yang terstruktur, dan mekanisme akuntabilitas agar mahasiswa benar-benar siap sebelum kelas. Dengan desain yang tepat, *flipped* dapat menjadi strategi “hemat waktu” sekaligus “kaya interaksi”.

Pada kalkulus yang bersifat abstrak, integrasi teknologi visual seperti GeoGebra dan worksheet berbasis masalah dapat membantu mahasiswa membangun konsep secara

konstruktif. Pengembangan *worksheet* kalkulus berbasis *problem-based learning* yang dibantu GeoGebra dilaporkan efektif membantu konstruksi konsep, karena GeoGebra mampu memvisualisasikan konsep kalkulus yang abstrak (Yerizon dkk., 2022). Visualisasi ini krusial dalam limit dan turunan, karena banyak miskonsepsi muncul ketika mahasiswa hanya beroperasi pada simbol tanpa makna grafis. Pada Pendidikan Teknik Elektro, dukungan visual juga sejalan dengan karakter bidang yang sering memerlukan interpretasi kurva, respons frekuensi, atau perubahan sinyal. Selain itu, *worksheet* yang mengikuti sintaks PBL dapat menuntun mahasiswa dari konteks masalah menuju abstraksi matematis secara bertahap. Bagi calon guru, pendekatan ini juga memberi contoh perangkat ajar yang dapat direplikasi: langkah kerja, pertanyaan pemantik, dan scaffolding. Ketika *worksheet* dirancang untuk mendorong penalaran, bukan sekadar substitusi rumus, maka kualitas pemahaman konseptual meningkat. Karena itu, teknologi-berbantuan PBL dapat dipandang sebagai strategi yang menggabungkan makna, visual, dan aktivitas.

Di sisi statistik, pembelajaran virtual dan blended semakin menjadi kebutuhan, tetapi tantangannya adalah memastikan strategi dan desain kursus benar-benar membantu pemahaman, bukan hanya memindahkan ceramah ke layar. Kajian bibliometrik dan tinjauan sistematis tentang pengajaran statistik virtual menyoroti bahwa strategi seperti case studies, demonstrasi video, catatan instruktur, mini project, dan forum diskusi online termasuk metode yang efektif membantu pemahaman statistik di lingkungan virtual (Gómez-Pabón & Medina-Escobar, 2024). Ini sejalan dengan kebutuhan statistik sebagai “alat membaca dunia”, sehingga case dan mini project lebih selaras daripada latihan mekanis semata. Untuk Pendidikan Teknik Elektro, case dapat diambil dari pengukuran sensor, kualitas daya, atau analisis reliabilitas komponen, sehingga relevansi meningkat dan persepsi “statistik tidak penting” berkurang. Forum diskusi juga memberi ruang mahasiswa mengutarakan kebingungan dan menerima klarifikasi tanpa tekanan tatap muka langsung, yang dapat menurunkan kecemasan. Namun, pembelajaran virtual menuntut literasi digital dan pengelolaan beban kognitif: terlalu banyak platform atau tugas bisa membuat mahasiswa makin tertekan. Karena itu, strategi virtual yang efektif cenderung mengutamakan kesederhanaan alur, contoh autentik, dan umpan balik yang cepat. Dengan desain demikian, pembelajaran statistik virtual dapat tetap bermakna dan tidak kehilangan kedalaman.

Literatur juga menunjukkan bahwa dukungan berbasis data (*learning analytics* dan *educational data mining*) dapat dipakai untuk mengantisipasi risiko kegagalan sejak awal dan menyiapkan intervensi yang lebih tepat. Studi prediksi performa akademik mahasiswa teknik menggunakan teknik data mining menekankan pentingnya mengidentifikasi mahasiswa berisiko sejak awal agar bantuan dapat diberikan tepat waktu (Patel & Saini, 2022). Dalam pembelajaran statistik dan kalkulus dasar, pendekatan ini dapat berupa deteksi dini kelemahan prasyarat, pola keterlambatan tugas, atau kesulitan pada topik tertentu. Dukungan berbasis data kemudian dapat diwujudkan dalam remedial microlearning, latihan adaptif, atau klinik belajar terjadwal. Untuk Pendidikan Teknik Elektro, ini relevan karena cohort mahasiswa

sering heterogen: ada yang kuat matematika, ada yang kuat praktik, dan ada yang baru menyesuaikan ritme kuliah. Penggunaan data pembelajaran juga membantu dosen mengevaluasi strategi mana yang efektif, bukan hanya mengandalkan intuisi. Meski demikian, implementasi perlu etika dan transparansi agar mahasiswa tidak merasa “dipantau”, melainkan didukung. Jika dirancang dengan prinsip dukungan, analytics dapat memperkecil kesenjangan kemampuan awal dan mencegah akumulasi kesulitan. Dengan cara itu, strategi pembelajaran menjadi lebih adaptif dan berorientasi pencegahan.

Selain strategi kognitif, literatur menekankan perlunya intervensi yang menurunkan kecemasan statistik karena kecemasan memengaruhi perilaku belajar seperti menghindari dan menunda. Dalam konteks statistik, dijelaskan bahwa mahasiswa yang cemas cenderung menghindari situasi yang melibatkan statistik, menunda pekerjaan, dan berusaha minimal, yang kemudian mengarah pada performa lebih rendah (Marshall dkk., 2022). Pada pembelajaran daring, kecemasan statistik juga tampak sebagai pengalaman “*worry and unease*” yang dapat membuat mahasiswa tampil di bawah kemampuannya dan bahkan membenci statistik (Casinillo, 2022). Implikasinya, strategi pembelajaran statistik perlu memasukkan dukungan afektif seperti normalisasi kesalahan, latihan bertahap, rubrik yang jelas, dan peluang konsultasi. Dalam Pendidikan Teknik Elektro, dukungan ini penting karena calon guru yang pernah “sembuh” dari kecemasan statistik lebih mungkin mengajar statistik dengan pendekatan yang manusiawi. Intervensi juga dapat berupa workshop singkat, penguatan *self-efficacy*, serta desain penilaian yang mengurangi tekanan sekali ujian. Dengan demikian, keberhasilan pembelajaran statistik bukan hanya soal konten, tetapi juga manajemen emosi belajar yang sistematis. Karena literatur menunjukkan kecemasan punya dampak nyata pada perilaku belajar, maka strategi penurunan kecemasan menjadi komponen strategis, bukan tambahan.

Dalam konteks program studi Pendidikan Teknik Elektro, tantangan statistik dan kalkulus dasar menjadi semakin kompleks karena ada tuntutan pedagogik: mahasiswa bukan hanya “mengerti”, tetapi juga “mampu mengajar”. Artinya, strategi pembelajaran harus membentuk content knowledge sekaligus pedagogical content knowledge melalui pengalaman belajar yang kaya representasi, kaya konteks, dan reflektif. Temuan tentang tantangan belajar kalkulus pada mahasiswa tahun pertama juga menunjukkan adanya perbedaan performa dan keterlibatan yang dipengaruhi latar pendidikan serta respons terhadap konsep abstrak seperti limit (Kurudirek dkk., 2025: 1). Ini mengindikasikan bahwa pembelajaran perlu sensitif pada keragaman latar, terutama di Indonesia yang jalur sekolah menengahnya beragam. Selain itu, tren pembelajaran bermakna seperti deep learning menekankan partisipasi aktif, berpikir kritis, dan pemecahan masalah sebagai inti pemrosesan materi secara mendalam (Putra dkk., 2025: 2). Jika prinsip ini diadopsi, maka kelas statistik dan kalkulus tidak lagi berpusat pada “selesai materi”, tetapi berpusat pada kualitas pemahaman dan kemampuan menjelaskan. Dengan begitu, lulusan lebih siap mengajar matematika terapan di SMK/SMA atau konteks vokasi/teknik. Namun, agar strategi yang dipilih tidak sekadar tren, diperlukan pemetaan bukti ilmiah

terbaru yang spesifik pada statistik dan kalkulus dasar dalam pendidikan teknik. Di sinilah kajian literatur menjadi penting sebagai dasar merumuskan tantangan inti dan strategi yang paling konsisten didukung penelitian.

Berdasarkan paparan tersebut, dapat dipahami bahwa pembelajaran statistik dan kalkulus dasar pada Pendidikan Teknik Elektro menghadapi tantangan multidimensi: kesenjangan prasyarat, abstraksi konsep, sikap dan kecemasan, serta kebutuhan relevansi teknik dan kesiapan mengajar. Literatur menunjukkan adanya arah solusi yang relatif konsisten, seperti pembelajaran aktif untuk mahasiswa kurang siap (Watson dkk., 2023), penggunaan teknologi visual untuk konstruksi konsep (Yerizon dkk., 2022), dan desain pembelajaran virtual statistik yang menekankan case dan mini project (Gómez-Pabón & Medina-Escobar, 2024). Di saat yang sama, bukti tentang kecemasan statistik menegaskan perlunya intervensi afektif terstruktur agar mahasiswa tidak menghindari statistik (Marshall dkk., 2022). Dengan latar ini, artikel “Tantangan dan Strategi Pembelajaran Statistik dan Kalkulus Dasar pada Program Studi Pendidikan Teknik Elektro: Kajian Literatur” menjadi relevan untuk merangkum tantangan paling dominan, memetakan strategi yang paling didukung bukti 2021–2025, dan menurunkan implikasi praktis bagi desain perkuliahan. Kajian literatur juga diharapkan membantu program studi menyeimbangkan tuntutan konseptual, tuntutan aplikasi teknik, dan tuntutan pedagogik calon guru. Pada akhirnya, tujuan utamanya adalah menghasilkan rekomendasi pembelajaran yang bukan hanya efektif meningkatkan nilai, tetapi juga meningkatkan kemampuan menjelaskan konsep secara bermakna dan kontekstual. Dengan demikian, kajian ini menempatkan statistik dan kalkulus dasar sebagai fondasi kompetensi kuantitatif sekaligus fondasi identitas profesional pendidik teknik elektro di era data.

B. Methods

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan metode kajian literatur (*literature review*) untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mensintesis temuan penelitian terkait tantangan serta strategi pembelajaran statistik dan kalkulus dasar pada Program Studi Pendidikan Teknik Elektro. Pendekatan kualitatif dipilih karena memungkinkan peneliti memahami fenomena pembelajaran secara mendalam melalui interpretasi makna, pola, dan kecenderungan yang muncul dalam berbagai studi sebelumnya (Sugiyono, 2021). Kajian literatur dipandang relevan untuk merangkum perkembangan keilmuan terkini, khususnya dalam konteks pembelajaran matematika dasar di pendidikan teknik dan kependidikan.

Sumber data penelitian berupa artikel jurnal nasional dan internasional bereputasi yang dipublikasikan dalam rentang tahun 2021–2025. Artikel dikumpulkan melalui penelusuran basis data ilmiah terbuka seperti ERIC, *Semantic Scholar*, *Google Scholar*, *Taylor & Francis Open Access*, serta portal jurnal pendidikan dan teknik yang dapat diakses penuh (*full text*). Kata kunci yang digunakan antara lain *statistics education*, *calculus learning*, *engineering education*, *teacher education*, *learning challenges*, dan *learning strategies*. Kriteria inklusi meliputi artikel yang membahas pembelajaran statistik atau kalkulus pada pendidikan tinggi, khususnya bidang teknik atau

kependidikan, sedangkan artikel yang bersifat non-akademik, tidak relevan dengan konteks pembelajaran, atau berada di luar rentang tahun ditetapkan sebagai kriteria eksklusi.

Teknik analisis data dilakukan melalui analisis isi (*content analysis*) dengan tahapan membaca mendalam, pengodean tematik, pengelompokan konsep, serta penarikan makna secara interpretatif. Artikel yang terpilih dianalisis untuk mengidentifikasi pola tantangan utama pembelajaran (seperti kesulitan konseptual, kecemasan belajar, dan kesenjangan prasyarat) serta strategi pembelajaran yang direkomendasikan (seperti pembelajaran aktif, pemanfaatan teknologi, dan pendekatan kontekstual). Hasil analisis selanjutnya disajikan secara deskriptif-analitis untuk menghasilkan sintesis konseptual yang dapat dijadikan rujukan pengembangan pembelajaran statistik dan kalkulus dasar pada Program Studi Pendidikan Teknik Elektro.

C. Results and Discussion

Results

Hasil kajian literatur menunjukkan bahwa pembelajaran statistik dan kalkulus dasar pada Program Studi Pendidikan Teknik Elektro menghadapi tantangan utama berupa kesenjangan kemampuan awal mahasiswa. Mahasiswa datang dengan latar belakang pendidikan menengah yang beragam, sehingga penguasaan prasyarat matematika tidak merata. Kondisi ini menyebabkan sebagian mahasiswa kesulitan mengikuti alur pembelajaran sejak awal perkuliahan. Ketimpangan prasyarat tersebut berdampak pada rendahnya kepercayaan diri mahasiswa dalam menyelesaikan soal-soal kuantitatif. Akibatnya, mahasiswa cenderung pasif dalam diskusi dan enggan bertanya ketika menghadapi kesulitan. Temuan ini menunjukkan bahwa ketidaksiapan awal menjadi hambatan struktural yang memengaruhi proses pembelajaran secara keseluruhan.

Temuan berikutnya memperlihatkan bahwa tingkat abstraksi materi statistik dan kalkulus dasar menjadi sumber kesulitan konseptual bagi mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro. Banyak mahasiswa memahami materi secara prosedural, namun belum mampu menjelaskan makna konsep secara mendalam. Konsep seperti limit, turunan, integral, dan distribusi statistik sering dipersepsikan sebagai rumus semata. Akibatnya, mahasiswa kesulitan mengaitkan konsep matematika dengan konteks teknik elektro yang bersifat aplikatif. Ketidakmampuan membangun hubungan antar konsep juga membuat mahasiswa mudah lupa dan sulit melakukan transfer pengetahuan. Temuan ini mengindikasikan bahwa pemahaman konseptual belum terbentuk secara utuh dalam pembelajaran yang berlangsung.

Selain aspek kognitif, hasil kajian menunjukkan adanya hambatan afektif yang kuat, terutama berupa kecemasan belajar statistik dan kalkulus. Mahasiswa sering merasa takut salah, tertekan saat menghadapi soal, dan ragu terhadap kemampuan dirinya sendiri. Kecemasan ini berdampak pada rendahnya partisipasi aktif selama perkuliahan. Mahasiswa cenderung menghindari tugas-tugas yang menuntut analisis

mendalam dan memilih menyelesaikan soal dengan cara paling sederhana. Dalam beberapa kasus, kecemasan juga memicu penundaan pengerjaan tugas dan ketergantungan berlebih pada contoh yang diberikan dosen. Temuan ini menegaskan bahwa faktor emosional berperan signifikan dalam menentukan kualitas keterlibatan belajar mahasiswa.

Hasil analisis juga menunjukkan bahwa strategi pembelajaran yang bersifat ceramah dan berpusat pada dosen belum mampu menjawab kompleksitas pembelajaran statistik dan kalkulus dasar. Model pembelajaran yang minim interaksi menyebabkan mahasiswa menjadi penerima informasi pasif. Dalam kondisi tersebut, mahasiswa kesulitan membangun pemahaman mandiri dan reflektif. Keterbatasan ruang diskusi dan latihan terarah membuat miskonsepsi tidak terdeteksi sejak dini. Pembelajaran yang terlalu menekankan penyelesaian soal cepat juga mengurangi kesempatan mahasiswa untuk memahami proses berpikir matematis. Temuan ini mengindikasikan perlunya perubahan pendekatan pembelajaran agar lebih partisipatif dan berpusat pada mahasiswa.

Kajian ini juga menemukan bahwa pemanfaatan konteks teknik elektro dalam pembelajaran statistik dan kalkulus masih relatif terbatas. Materi sering disampaikan secara umum tanpa dikaitkan langsung dengan permasalahan nyata di bidang elektro. Akibatnya, mahasiswa kesulitan melihat relevansi antara matematika dasar dan kompetensi keahliannya. Ketika konteks tidak jelas, motivasi belajar mahasiswa cenderung menurun. Mahasiswa memandang statistik dan kalkulus hanya sebagai mata kuliah pendukung, bukan sebagai alat berpikir profesional. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi konteks keilmuan menjadi aspek penting yang belum optimal diterapkan.

Selain tantangan, hasil kajian juga mengidentifikasi beberapa strategi pembelajaran yang berpotensi meningkatkan efektivitas pembelajaran statistik dan kalkulus dasar. Strategi yang menekankan pembelajaran aktif mendorong mahasiswa untuk terlibat langsung dalam proses berpikir dan pemecahan masalah. Pemanfaatan media visual dan teknologi membantu mahasiswa memahami konsep abstrak secara lebih konkret. Pendekatan pembelajaran bertahap juga membantu mengurangi beban kognitif dan kecemasan belajar. Di samping itu, lingkungan belajar yang suportif meningkatkan keberanian mahasiswa untuk bertanya dan berdiskusi. Secara keseluruhan, temuan ini menunjukkan bahwa kombinasi strategi kognitif, afektif, dan kontekstual diperlukan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran.

Discussion

Hasil temuan mengenai kesenjangan kemampuan awal mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro sejalan dengan temuan bahwa heterogenitas latar belakang pendidikan berpengaruh langsung terhadap kesiapan belajar matematika tingkat lanjut. Mahasiswa dengan prasyarat aljabar dan trigonometri yang lemah cenderung mengalami kesulitan mengikuti pembelajaran kalkulus sejak awal perkuliahan.

Kondisi ini memperkuat pandangan bahwa keberhasilan pembelajaran kalkulus sangat ditentukan oleh kesiapan konseptual awal mahasiswa (Hsu & Hsu, 2025). Dalam konteks pendidikan teknik, kesenjangan ini menjadi lebih kompleks karena kalkulus berfungsi sebagai fondasi bagi mata kuliah teknik lanjutan.

Temuan bahwa mahasiswa memahami materi secara prosedural tanpa pemahaman konseptual yang kuat juga banyak dilaporkan dalam penelitian pendidikan matematika. Kalkulus sering dipelajari sebagai serangkaian algoritma, bukan sebagai sistem konsep yang saling terhubung. Penelitian menunjukkan bahwa pendekatan prosedural semata menyebabkan mahasiswa kesulitan melakukan transfer pengetahuan ke konteks baru (Hassim dkk., 2023: 75–76). Hal ini memperkuat temuan penelitian ini bahwa lemahnya pemahaman konseptual menjadi hambatan utama dalam pembelajaran kalkulus dasar.

Dalam pembelajaran statistik, temuan mengenai kecemasan belajar juga konsisten dengan literatur yang menyatakan bahwa statistik merupakan mata kuliah dengan hambatan afektif tinggi. Kecemasan statistik terbukti memengaruhi perilaku belajar mahasiswa, seperti menghindari tugas, menunda pekerjaan, dan menurunkan keterlibatan kelas (Marshall dkk., 2022). Dalam konteks penelitian ini, kecemasan tersebut menjelaskan rendahnya partisipasi aktif mahasiswa dalam diskusi dan latihan statistik.

Kecemasan belajar statistik juga semakin diperparah dalam pembelajaran berbasis daring atau blended. Penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa teknik yang belajar statistik secara online lebih rentan mengalami kebingungan dan tekanan psikologis, terutama ketika dukungan dosen terbatas (Casinillo, 2022). Temuan ini relevan dengan hasil kajian yang menunjukkan bahwa mahasiswa membutuhkan lingkungan belajar yang aman secara psikologis agar berani mencoba dan melakukan kesalahan sebagai bagian dari proses belajar.

Dominasi metode ceramah yang ditemukan dalam hasil penelitian juga sejalan dengan kritik literatur terhadap pembelajaran matematika tradisional. Model ceramah cenderung menempatkan mahasiswa sebagai penerima pasif informasi, sehingga peluang untuk membangun makna dan refleksi menjadi terbatas. Penelitian menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran aktif lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman matematika, khususnya bagi mahasiswa yang kurang siap secara akademik (Watson dkk., 2023). Hal ini menguatkan temuan bahwa perubahan pendekatan pembelajaran menjadi kebutuhan mendesak.

Keterbatasan integrasi konteks teknik elektro dalam pembelajaran statistik dan kalkulus juga selaras dengan temuan penelitian sebelumnya. Ketika materi matematika diajarkan tanpa konteks keilmuan yang relevan, mahasiswa cenderung memandangnya sebagai mata kuliah terpisah dan kurang bermakna. Studi literasi statistik menekankan bahwa pembelajaran akan lebih efektif jika dikaitkan dengan konteks nyata dan data autentik (Shobikhah dkk., 2025). Dengan demikian,

rendahnya relevansi kontekstual dalam temuan penelitian ini menjelaskan turunnya motivasi belajar mahasiswa.

Temuan mengenai perlunya pembelajaran aktif juga diperkuat oleh penelitian yang menekankan pentingnya keterlibatan mahasiswa dalam aktivitas pemecahan masalah dan diskusi kelompok. Pembelajaran aktif membantu mahasiswa mengonstruksi pemahaman secara mandiri melalui interaksi sosial dan refleksi. Penelitian menunjukkan bahwa model aktif dapat meningkatkan ketahanan belajar dan pemahaman konsep kalkulus secara signifikan (Watson dkk). Hal ini relevan dengan temuan bahwa mahasiswa menjadi lebih percaya diri ketika dilibatkan secara langsung.

Strategi flipped classroom yang muncul sebagai temuan potensial juga memiliki dukungan empiris yang kuat. Pembelajaran flipped memungkinkan mahasiswa mempelajari materi dasar secara mandiri sebelum kelas, sehingga waktu tatap muka dapat digunakan untuk diskusi dan klarifikasi konsep. Penelitian menunjukkan bahwa flipped classroom tidak hanya meningkatkan capaian belajar matematika, tetapi juga menurunkan stres akademik mahasiswa (Atwa dkk., 2022). Hal ini sejalan dengan kebutuhan mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro yang membutuhkan ruang latihan dan diskusi lebih luas.

Pemanfaatan teknologi visual seperti GeoGebra dalam pembelajaran kalkulus juga relevan dengan temuan penelitian ini. Visualisasi membantu mahasiswa memahami konsep abstrak melalui representasi grafis dan dinamis. Penelitian pengembangan worksheet berbantuan GeoGebra menunjukkan bahwa teknologi ini efektif membantu konstruksi konsep kalkulus dan mengurangi miskonsepsi (Yerizon dkk., 2022). Dengan demikian, temuan penelitian ini menguatkan pentingnya integrasi teknologi dalam pembelajaran matematika teknik.

Dalam pembelajaran statistik, penggunaan pendekatan berbasis kasus dan proyek kecil juga didukung oleh penelitian terkini. Kajian sistematis menunjukkan bahwa pembelajaran statistik virtual yang menggunakan studi kasus, mini project, dan forum diskusi online lebih efektif dibandingkan ceramah daring semata (Gómez-Pabón & Medina-Escobar, 2024). Temuan ini mendukung hasil penelitian bahwa mahasiswa lebih termotivasi ketika statistik dikaitkan dengan permasalahan nyata bidang elektro.

Temuan mengenai pentingnya dukungan berbasis data dalam pembelajaran juga selaras dengan penelitian tentang learning analytics. Identifikasi dini mahasiswa berisiko memungkinkan dosen memberikan intervensi yang lebih tepat dan preventif. Penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan data akademik dapat membantu meningkatkan keberhasilan mahasiswa teknik secara signifikan (Patel & Saini, 2022). Hal ini mendukung temuan bahwa strategi pembelajaran adaptif perlu dikembangkan.

Secara keseluruhan, pembahasan ini menunjukkan bahwa tantangan pembelajaran statistik dan kalkulus dasar pada Pendidikan Teknik Elektro bersifat multidimensi

dan saling terkait. Literatur mendukung bahwa solusi yang efektif tidak dapat berdiri pada satu pendekatan saja, melainkan memerlukan integrasi strategi kognitif, afektif, dan kontekstual. Pendekatan pembelajaran aktif, kontekstual, berbantuan teknologi, serta dukungan emosional terbukti relevan untuk menjawab temuan penelitian ini. Dengan demikian, pembelajaran statistik dan kalkulus dasar perlu diposisikan tidak hanya sebagai mata kuliah prasyarat, tetapi sebagai fondasi pembentukan kompetensi profesional calon pendidik teknik elektro.

Conclusion

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran statistik dan kalkulus dasar pada Program Studi Pendidikan Teknik Elektro menghadapi tantangan yang kompleks dan saling berkaitan, meliputi kesenjangan kemampuan awal mahasiswa, tingginya tingkat abstraksi materi, dominasi pemahaman prosedural, serta hambatan afektif berupa kecemasan belajar. Tantangan tersebut diperparah oleh pendekatan pembelajaran yang masih berpusat pada dosen dan minimnya integrasi konteks keilmuan teknik elektro, sehingga mahasiswa kesulitan membangun pemahaman konseptual yang bermakna dan relevan. Kondisi ini tidak hanya berdampak pada capaian akademik, tetapi juga memengaruhi kesiapan mahasiswa sebagai calon pendidik teknik yang dituntut mampu memahami sekaligus mengajarkan konsep statistik dan kalkulus secara efektif. Selain itu, hasil kajian menegaskan perlunya penerapan strategi pembelajaran yang bersifat aktif, kontekstual, dan suportif, dengan memadukan penguatan kognitif dan afektif mahasiswa. Pembelajaran yang melibatkan aktivitas pemecahan masalah, pemanfaatan teknologi visual, pendekatan flipped classroom, serta penggunaan konteks nyata bidang elektro terbukti berpotensi meningkatkan pemahaman konseptual dan keterlibatan belajar. Selain itu, penciptaan lingkungan belajar yang aman secara psikologis dan adaptif terhadap keragaman kemampuan awal mahasiswa menjadi faktor penting dalam meningkatkan kualitas pembelajaran. Dengan demikian, statistik dan kalkulus dasar perlu diposisikan sebagai fondasi strategis dalam pembentukan kompetensi profesional dan pedagogik calon pendidik teknik elektro di era berbasis data dan teknologi.

References

- Atwa, M. A., Din, R., & Hussin, M. (2022). The effect of flipped classroom on students' achievement and psychological stress in mathematics learning. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(9), 737-739. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1341728.pdf>
- Casinillo, L. F. (2022). Statistics anxiety and students' learning experiences in online statistics courses. *Journal of Educational Research and Innovation*, 10(1), 10-11. <https://pdfs.semanticscholar.org/318f/13c8dc9bd5fb55fcabb2c009e5dc46f8dfe3.pdf>

- Gómez-Pabón, L. E., & Medina-Escobar, J. C. (2024). Virtual statistics teaching: A bibliometric and systematic literature review. *International Journal of Information and Education Technology*, 14(2), 1–7.
<https://www.ijiet.org/vol14/IJiet-V14N2-2055.pdf>
- Hassim, S., Ismail, N., & Ahmad, S. (2023). Students' attitudes towards calculus learning and its relationship with academic achievement. *International Journal of Modern Education*, 5(18), 75–76.
<https://gaexcellence.com/ijmoe/article/download/1839/1506/5713>
- Hsu, T. C., & Hsu, H. P. (2025). Data-driven recommendation system for calculus learning using Funk-SVD: Evidence from a mid-scale study. *European Journal of Mathematics and Science Education*, 6(1), 1–5.
<https://www.ejmste.com/download/data-driven-recommendation-system-for-calculus-learning-using-funk-svd-evidence-from-a-mid-scale-16604.pdf>
- Kurudirek, M., Aydin, B., & Demir, S. (2025). Challenges faced by first-year university students in learning calculus. *Contemporary Mathematics and Science Education*, 6(1), 1–8.
<https://www.conmaths.com/download/challenges-faced-by-first-year-university-students-in-learning-calculus-17298.pdf>
- Marshall, E., Jansen, C., & Parker, S. (2022). Are students too anxious for statistics anxiety workshops? *MSOR Connections*, 20(1), 1–6.
<https://eprints.whiterose.ac.uk/id/eprint/187243/7/Marshall%20et%20al%20MSOR%20Are%20students%20too%20anxious%20for%20statistics%20anxiety%20workshops.pdf>
- Patel, R., & Saini, J. R. (2022). Predicting academic performance of engineering students using data mining techniques. *International Journal of Information and Education Technology*, 12(2), 1–5.
<https://www.ijiet.org/vol12/1734-IJiet-5518.pdf>
- Putra, A. R., Widodo, S., & Rahmawati, D. (2025). Deep learning approach in higher education: A qualitative review of meaningful learning practices. *Sosioedukasi: Jurnal Ilmiah Pendidikan dan Sosial*, 14(1), 1–6.
<https://ejournal.unibabwi.ac.id/index.php/sosioedukasi/article/download/5428/3199>
- Sharma, S. (2021). Attitudes toward statistics: Connecting students with statistics learning. *Journal of Statistics Education*, 29(2), 1–5.
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1304585.pdf>

Shobikhah, N., Wahyuni, S., & Rachman, M. (2025). Statistical literacy as a core competence in mathematics curriculum development. *TEM Journal*, 14(1), 871–886.

https://www.temjournal.com/content/141/TEMJournalFebruary2025_871_886.pdf

Watson, J., Hora, M. T., & Westbrook, S. (2023). Active learning and mathematical proficiency in introductory calculus. *International Journal of Mathematics Education in Science and Technology*, 54(3), 1–15.

<https://accelerationproject.org/wp-content/uploads/2024/03/Watson-et-al-Proficiency-and-MPC-IJMEST-2023.pdf>

Yerizon, Y., Putra, A., & Musdi, E. (2022). Development of GeoGebra-assisted problem-based calculus worksheets to support conceptual understanding. *HighTech and Innovation Journal*, 3(1), 1–10.

<https://hightechjournal.org/index.php/HIJ/article/download/304/85/709>