



EVALUASI *TPACK* MAHASISWA CALON GURU: STUDI KASUS MAHASISWA PENDIDIKAN GEOGRAFI UNIVERSITAS SAMUDRA

Muhammad Aliman^{1*}, Rima Meilita Sari², Silvia Marni³, Ridhwan⁴, Mike¹ & Nabila Huwaida
Sijabat²

¹Departemen Geografi, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Malang, Indonesia

²Program Studi Pendidikan Geografi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Samudra,
Indonesia

³Program Studi Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia, Universitas PGRI Sumatera Barat, Indonesia

⁴Program Studi Pendidikan Geografi, Universitas Al-Wasliyah Darussalam Banda Aceh, Indonesia

* alviageo@gmail.com, rima.melita.sari@unsam.ac.id, silviamarnindo@gmail.com,
ridhwan.awan.10@gmail.com, mike.2407218@students.um.ac.id, narageo84@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to evaluate the Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) competency of geography pre-service teachers at Universitas Samudra. The research employed a quantitative approach with survey methods involving 49 pre-service teachers who have completed micro teaching and geography learning device development courses. Data were collected using a validated TPACK questionnaire consisting of seven dimensions: Technological Knowledge (TK), Pedagogical Knowledge (PK), Content Knowledge (CK), Technological Pedagogical Knowledge (TPK), Technological Content Knowledge (TCK), Pedagogical Content Knowledge (PCK), and the integration of all three (TPCK). Results demonstrate varying levels of competency across dimensions with the highest competency in PCK (3.29-3.77), TCK (3.18-3.55), and TPCK (3.54-3.85), while TK exhibited relatively lower scores (2.46-3.17). A notable finding reveals that despite moderate technological foundational skills, pre-service teachers demonstrate strong capabilities in integrating technology with pedagogical and content knowledge. This indicates the effectiveness of the geography education program in developing integration skills, though improvement is still needed in basic technological competencies. The study provides empirical evidence for curriculum development in geography teacher education programs to better prepare future teachers facing digital learning challenges.

Keywords: TPACK; Geography Education; Pre-service Teachers; Technological Knowledge; Teacher Competency

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kompetensi *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) mahasiswa calon guru geografi di Universitas Samudra. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode survei yang melibatkan 49 mahasiswa yang telah menyelesaikan mata kuliah *micro teaching* dan pengembangan perangkat pembelajaran geografi. Data dikumpulkan menggunakan kuesioner TPACK tervalidasi yang terdiri dari tujuh dimensi: Technological Knowledge (TK), Pedagogical Knowledge (PK), Content Knowledge (CK), Technological Pedagogical Knowledge (TPK), Technological Content Knowledge (TCK), Pedagogical Content Knowledge (PCK), dan integrasi ketiganya (TPCK). Hasil penelitian menunjukkan tingkat kompetensi yang bervariasi antar dimensi dengan kompetensi tertinggi pada PCK (3,29-3,77), TCK (3,18-

3,55), dan TPACK (3,54-3,85), sementara TK menunjukkan skor yang relatif lebih rendah (2,46-3,17). Temuan penting mengungkapkan bahwa meskipun keterampilan dasar teknologi masih moderat, mahasiswa calon guru menunjukkan kemampuan yang kuat dalam mengintegrasikan teknologi dengan pengetahuan pedagogis dan konten. Hal ini mengindikasikan efektivitas program pendidikan geografi dalam mengembangkan keterampilan integrasi, meskipun peningkatan masih diperlukan pada kompetensi teknologi dasar. Penelitian ini memberikan bukti empiris untuk pengembangan kurikulum program pendidikan guru geografi dalam mempersiapkan calon guru menghadapi tantangan pembelajaran digital.

Kata-Kata Kunci: TPACK; Pendidikan Geografi; Mahasiswa Calon Guru; Pengetahuan Teknologi; Kompetensi Guru

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi dalam pendidikan telah membawa tantangan baru bagi calon guru geografi. Meskipun teknologi digital seperti Sistem Informasi Geografis (SIG), peta interaktif, dan simulasi berbasis komputer dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran, banyak calon guru masih menghadapi kesulitan dalam mengintegrasikan teknologi ini ke dalam proses mengajar mereka (Jo et al., 2016; Purwanto et al., 2025; Putra et al., 2021). Hambatan utama yang sering ditemui meliputi kurangnya akses terhadap perangkat teknologi, keterbatasan pelatihan dalam penggunaan teknologi pendidikan, serta minimnya pengalaman langsung dalam mengaplikasikan teknologi di kelas (Bashith et al., 2025; Sumarmi et al., 2025; Tondeur et al., 2020).

Dalam konteks ini, Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) menjadi keterampilan esensial yang harus dikuasai oleh calon guru geografi. TPACK merupakan kerangka kerja yang menggabungkan tiga elemen utama: teknologi, pedagogi, dan konten pembelajaran, sehingga memungkinkan guru untuk menggunakan teknologi secara efektif dalam proses pembelajaran (Mishra & Koehler, 2006). Tanpa penguasaan yang memadai terhadap TPACK, calon guru berisiko mengalami kesulitan dalam mengintegrasikan teknologi dengan metode pembelajaran yang sesuai dan relevan dengan kurikulum geografi (Putra et al., 2021; Wijayanto et al., 2023).

Penerapan TPACK dalam pembelajaran geografi memberikan berbagai manfaat bagi calon guru (Favier & van der Schee, 2014). Pemahaman yang baik mengenai interaksi antara teknologi, pedagogi, dan konten, calon guru dapat meningkatkan kualitas pengajaran, membuat materi lebih interaktif, serta memberikan pengalaman belajar yang lebih mendalam bagi siswa (Jang & Tsai, 2012). Selain itu, pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran geografi memungkinkan siswa untuk lebih memahami konsep-konsep spasial yang kompleks melalui visualisasi yang lebih baik (Aliman et al., 2024).

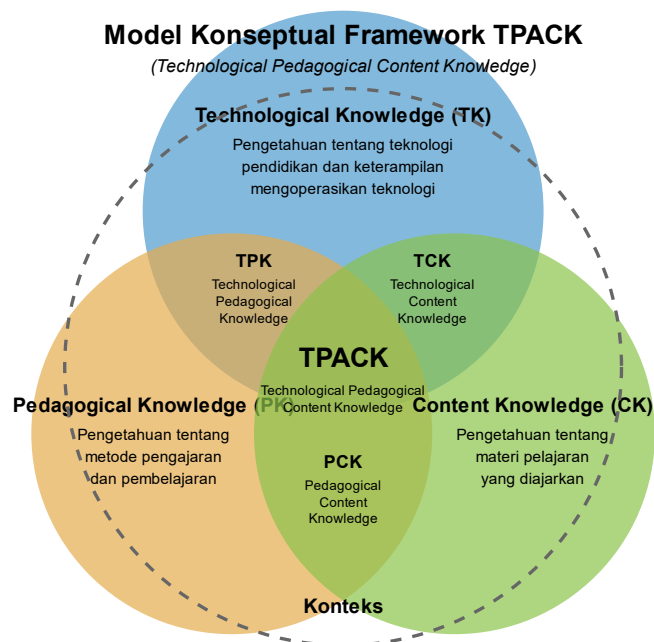
Beberapa penelitian terbaru dalam beberapa tahun terakhir juga menunjukkan pentingnya pengembangan TPACK bagi calon guru. Sebuah penelitian menyoroti bahwa pelatihan berbasis pengalaman langsung sangat berperan dalam meningkatkan kompetensi TPACK mahasiswa calon guru (Purwanto et al., 2025; Scherer, 2019). Selain itu, keberhasilan integrasi teknologi dalam pendidikan geografi sangat bergantung pada kesiapan institusi pendidikan dalam menyediakan fasilitas dan pelatihan yang memadai bagi calon guru (Hong & Stonier, 2015; Sumarmi et al., 2025; Urfan et al., 2025). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat penguasaan TPACK mahasiswa calon guru geografi serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhinya.

KAJIAN LITERATUR

Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)

Konsep TPACK pertama kali diperkenalkan pertama kali sebagai kerangka kerja yang menggabungkan tiga domain utama: teknologi, pedagogi, dan konten (Mishra & Koehler, 2006). Menurut mereka, guru yang memiliki TPACK yang baik mampu mengintegrasikan teknologi secara efektif dalam pembelajaran, dengan mempertimbangkan relevansi pedagogis dan karakteristik konten yang diajarkan (Schmidt et al., 2009). Sejalan dengan hal ini, TPACK bukan hanya sekadar pemahaman terpisah terhadap teknologi, pedagogi, dan konten, tetapi juga bagaimana ketiga elemen tersebut berinteraksi dalam praktik mengajar (Chai et al., 2011). Berikut ini merupakan gambaran framework dan keterkaitan tiga domain di dalamnya (lihat gambar 1).

Gambar 1. Framework TPACK



Sumber: Modifikasi penulis (Mishra & Koehler, 2006)

Gambar 1 tersebut menampilkan Model Konseptual Framework TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*) yang menunjukkan integrasi tiga domain pengetahuan utama untuk pengajaran efektif dengan teknologi. Model ini divisualisasikan sebagai diagram Venn dengan tiga lingkaran utama yang saling tumpang tindih - *Technological Knowledge* (TK), *Pedagogical Knowledge* (PK), dan *Content Knowledge* (CK) - yang menghasilkan empat area perpotongan: TPK, TCK, PCK, dan TPACK yang berada di tengah sebagai integrasi sempurna dari ketiga domain pengetahuan tersebut. Keseluruhan diagram dikelilingi oleh garis putus-putus yang melambangkan konteks pembelajaran yang memengaruhi pengaplikasian pengetahuan tersebut dalam praktik mengajar.

Indikator TPACK

Indikator utama dalam TPACK terdiri dari tujuh komponen, yaitu *Technological Knowledge* (TK), *Pedagogical Knowledge* (PK), *Content Knowledge* (CK), *Technological Pedagogical Knowledge* (TPK), *Technological Content Knowledge* (TCK), *Pedagogical Content Knowledge* (PCK), dan *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK)

secara keseluruhan (Schmidt et al., 2009). TK berkaitan dengan kemampuan guru dalam menggunakan teknologi pendidikan, seperti pengoperasian perangkat keras, perangkat lunak, dan berbagai alat digital yang relevan dengan pembelajaran (Willermark, 2018). PK mencerminkan pemahaman tentang strategi pengajaran yang efektif, termasuk metode instruksional, manajemen kelas, dan teknik evaluasi yang memfasilitasi proses belajar-mengajar (Valtonen et al., 2017). CK merujuk pada pemahaman guru terhadap materi yang diajarkan, meliputi konsep, teori, fakta, dan struktur pengetahuan dalam disiplin ilmu tertentu (Voogt et al., 2013).

TPK menggambarkan bagaimana pengajaran dapat ditingkatkan melalui pemanfaatan teknologi, sementara TCK menunjukkan kemampuan memilih teknologi yang tepat untuk konten spesifik (Koh & Chai, 2014). PCK mencakup pendekatan pedagogis efektif untuk mengajarkan konten tertentu, termasuk strategi mengatasi kesulitan pembelajaran (Depaepe et al., 2013; Van Driel & Berry, 2012). TPACK merupakan integrasi dari semua komponen yang menciptakan dasar pengajaran efektif dengan teknologi (Wijayanto et al., 2023). Kerangka ini menekankan pengembangan ketujuh komponen pengetahuan secara simultan, sehingga guru dapat merancang pembelajaran yang mengintegrasikan teknologi secara bermakna dan sesuai kebutuhan siswa abad ke-21 (Gómez-Trigueros & Yáñez de Aldecoa, 2021; Koh & Chai, 2014).

Perkembangan dan Penelitian Mutakhir TPACK

Dalam perkembangannya, penelitian tentang TPACK telah mengalami peningkatan signifikan dalam lima tahun terakhir. Beberapa studi menunjukkan bahwa efektivitas pelatihan berbasis pengalaman langsung dapat meningkatkan penguasaan TPACK calon guru (Scherer, 2019). Selain itu, sebuah studi mengungkapkan bahwa integrasi TPACK dalam kurikulum pendidikan guru berkontribusi terhadap kesiapan mahasiswa dalam mengajar berbasis teknologi (Sumarmi et al., 2025; Tondeur et al., 2020). Hal ini sangat relevan bagi mahasiswa calon guru geografi yang memerlukan penguasaan TPACK komprehensif mengingat karakteristik disiplin ilmu geografi yang melibatkan aspek spasial, temporal, dan analisis fenomena geosfer (Bashith et al., 2025; Purwanto et al., 2025; Putra et al., 2021).

Calon guru geografi perlu mengembangkan Content Knowledge yang kuat tentang konsep geografi fisik dan manusia, serta Technological Knowledge mencakup penguasaan Sistem Informasi Geografis (GIS), penginderaan jauh, dan visualisasi data spasial (Purwanto et al., 2025). Pedagogical Knowledge dalam konteks geografi meliputi pendekatan pembelajaran berbasis inkuiri dan studi lapangan (Huh & and Jo, 2023). Integrasi TPK tercermin dalam kemampuan memanfaatkan teknologi untuk menciptakan pengalaman pembelajaran seperti virtual field trips, sementara TCK melibatkan pemahaman tentang bagaimana GIS dan GPS dapat mempresentasikan informasi geografis (Putra et al., 2021). PCK geografi mencakup strategi untuk membuat konsep abstrak menjadi konkret, termasuk pendekatan mengatasi miskonsepsi siswa (Favier & van der Schee, 2014).

TPACK dalam pendidikan calon guru geografi memfasilitasi kemampuan mereka untuk merancang pembelajaran yang mengintegrasikan teknologi dalam mengatasi kompleksitas materi geografis (Wijayanto et al., 2023). Pengembangan TPACK yang kokoh memungkinkan calon guru geografi merancang kegiatan seperti penggunaan citra satelit untuk menganalisis perubahan tutupan lahan atau memanfaatkan aplikasi pemetaan kolaboratif untuk memahami fenomena sosial-geografis (Jo et al., 2016). Penguasaan TPACK yang baik bagi calon guru geografi dapat menciptakan lingkungan belajar yang otentik dan bermakna, serta mempersiapkan siswa dengan keterampilan geografis abad ke-21 yang dibutuhkan dalam era digital (Gómez-Trigueros & Yáñez de Aldecoa, 2021).

METODE

Penelitian ini menggunakan metode survei dengan pendekatan kuantitatif. Responden penelitian adalah mahasiswa calon guru geografi yang telah mengikuti mata kuliah *micro teaching* dan pengembangan perangkat pembelajaran geografi di Program Studi Pendidikan Geografi Universitas Samudera. Partisipan penelitian berasal dari mahasiswa tahun masuk 2022 sejumlah 49 mahasiswa, terdiri dari 5 orang mahasiswa laik-laki dan 44 mahasiswa perempuan. Instrumen survei dikirim kepada semua partisipan menggunakan aplikasi google form melalui grup *Whatsapp* dengan jangka waktu selama bulan desember 2024. Instrumen penelitian berupa kuesioner yang terdiri dari pertanyaan mengenai pemahaman teknologi, pedagogi, dan konten dalam pembelajaran geografi.

Selanjutnya, berdasarkan perolehan indikator *TPACK* yang diperoleh dari mahasiswa kemudian dianalisis untuk mengetahui klasifikasi kemampuan *TPACK* dari mahasiswa. Berikut ini merupakan kategori dalam menilai kemampuan *TPACK* mahasiswa. Lihat tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kemampuan *TPACK* Mahasiswa

Rentang Nilai	Kategori Kemampuan
3.50 - 4.00	Sangat Tinggi
3.00 - 3.49	Tinggi
2.50 - 2.99	Sedang
2.00 - 2.49	Rendah
< 2.00	Sangat Rendah

Instrumen yang dapat digunakan dalam memperoleh data dari responden merupakan instrumen yang valid dan reliabel. Instrumen yang memiliki tingkat validitas dan reliabel yang baik dapat menjaga ketersediaan data agar lebih konsisten untuk dianalisis lanjut. Secara jelas hasil validitas instrumen dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Korelasi Item-Total dan Status Validitas

No. Item	Korelasi Item-Total	Status Validitas	No. Item	Korelasi Item-Total	Status Validitas
Q_1	0,329	Valid	Q_24	0,755	Valid
Q_2	0,458	Valid	Q_25	0,766	Valid
Q_3	0,399	Valid	Q_26	0,666	Valid
Q_4	0,569	Valid	Q_27	0,779	Valid
Q_5	0,224	Tidak Valid	Q_28	0,737	Valid
Q_6	0,519	Valid	Q_29	0,700	Valid
Q_7	0,387	Valid	Q_30	0,774	Valid
Q_8	0,627	Valid	Q_31	0,787	Valid
Q_9	0,638	Valid	Q_32	0,648	Valid
Q_10	0,581	Valid	Q_33	0,640	Valid
Q_11	0,561	Valid	Q_34	0,516	Valid
Q_12	0,537	Valid	Q_35	0,730	Valid
Q_13	0,596	Valid	Q_36	0,576	Valid
Q_14	0,619	Valid	Q_37	0,703	Valid
Q_15	0,546	Valid	Q_38	0,720	Valid
Q_16	0,690	Valid	Q_39	0,546	Valid
Q_17	0,662	Valid	Q_40	0,830	Valid
Q_18	0,643	Valid	Q_41	0,749	Valid
Q_19	0,727	Valid	Q_42	0,804	Valid
Q_20	0,701	Valid	Q_43	0,774	Valid
Q_21	0,714	Valid	Q_44	0,718	Valid
Q_22	0,565	Valid	Q_45	0,582	Valid
Q_23	0,770	Valid			

*Nilai kritis r tabel untuk $N=49$, $\alpha=0.05$ adalah 0,282

Berdasarkan tabel diatas secara keseluruhan, hasil analisis validitas menunjukkan bahwa instrumen TPACK memiliki kualitas psikometri yang baik dan mampu mengukur apa yang seharusnya diukur (pengetahuan teknologi, pedagogi, dan konten) dengan akurat dan konsisten.

Tabel 3. Reliabilitas Keseluruhan

Kategori	Cronbach's Alpha	Interpretasi
Seluruh item (45 item)	0,969	Reliabilitas sangat tinggi
Item valid saja (44 item)	0,970	Reliabilitas sangat tinggi

Instrumen memiliki reliabilitas yang sangat tinggi ($\alpha = 0,969$), menunjukkan konsistensi internal yang sangat baik. Semua dimensi memiliki reliabilitas tinggi hingga sangat tinggi ($\alpha = 0,746 - 0,908$).

Tabel 4. Korelasi Item dengan Total Dimensi

Indikator	Item	Korelasi Item-Dimensi	Indikator	Item	Korelasi Item-Dimensi
Technological Knowledge	Q_1	0,402	Technological Knowledge	Q_22	0,565
	Q_2	0,457	Pedagogical Knowledge	Q_23	0,808
	Q_3	0,459		Q_24	0,771
	Q_4	0,636		Q_25	0,721
	Q_5	0,402		Q_26	0,656
	Q_6	0,366		Q_27	0,721
	Q_7	0,499		Q_28	0,738
Pedagogical Knowledge	Q_8	0,641	Content Knowledge	Q_29	0,714
	Q_9	0,607		Q_30	0,730
	Q_10	0,603		Q_31	0,719
	Q_11	0,582		Q_32	0,682
	Q_12	0,700		Q_33	0,648
	Q_13	0,687	Pedagogical Content Knowledge	Q_34	0,508
	Q_14	0,636		Q_35	0,725
	Q_15	0,711		Q_36	0,697
Content Knowledge	Q_16	0,717		Q_37	0,719
	Q_17	0,668		Q_38	0,684
	Q_18	0,701		Q_39	0,566
	Q_19	0,748	Technological Pedagogical Content Knowledge	Q_40	0,806
	Q_20	0,746		Q_41	0,691
	Q_21	0,771		Q_42	0,825
				Q_43	0,791
				Q_44	0,741
				Q_45	0,621

Berdasarkan tabel 4 dapat dijelaskan bahwa kekuatan dimensi TPACK, CK, dan TPK menunjukkan korelasi item-dimensi yang paling kuat dan konsisten, menandakan bahwa item-item dalam dimensi tersebut mengukur konstruk yang sama dengan sangat baik. kemudian dimensi TK memiliki korelasi item-dimensi yang relatif lebih rendah dibandingkan dimensi lain, khususnya pada item Q_6. Meskipun demikian, seluruh korelasi masih di atas 0,350 yang menunjukkan kontribusi yang cukup bermakna. Selanjutnya, item yang perlu ditinjau yaitu Item Q_5 (dalam dimensi TK) dan Q_34 (dalam dimensi PCK) memiliki korelasi yang relatif lebih rendah dalam dimensinya dan mungkin perlu ditinjau ulang atau dimodifikasi untuk meningkatkan kualitas pengukuran. Secara keseluruhan, korelasi item-

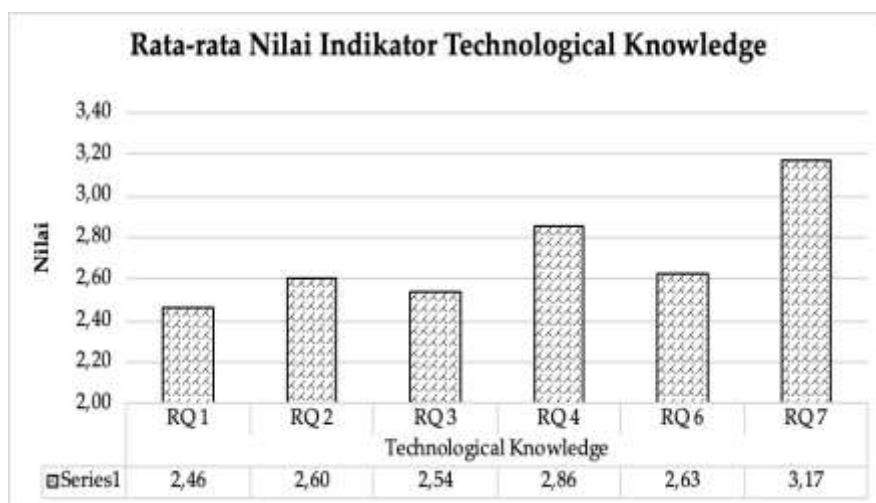
dimensi menunjukkan konsistensi internal yang baik hingga sangat baik untuk mayoritas dimensi, yang konsisten dengan nilai reliabilitas Cronbach's Alpha yang tinggi. Hasil analisis korelasi item-dimensi ini mendukung kesimpulan bahwa instrumen *TPACK* memiliki struktur internal yang kuat dan mengukur konstruk yang dimaksud dengan baik, dengan beberapa area kecil yang dapat ditingkatkan.

HASIL

Indikator *Technological Knowledge* (TK)

Berikut ini disajikan rata rata perolehan nilai dari indikator TK dari mahasiswa Pendidikan geografi Universitas Samudera. Berdasarkan hasil uji validitas instrumen pada indikator TK terdapat 1 item pertanyaan yaitu item RQ tidak valid dan item tersebut tidak diolah untuk disajikan pada penelitian ini. Rata-rata nilai indikator TK disajikan pada gambar berikut.

Gambar 2. Grafik Rata-Rata Indikator *Technological Knowledge*

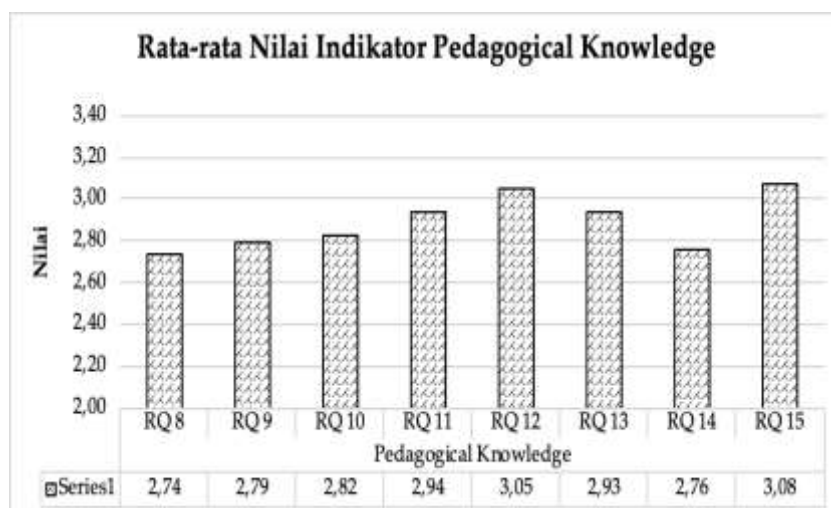


Gambar 2 tersebut menampilkan rata-rata nilai indikator TK yang terdiri dari 6 komponen (RQ1 hingga RQ7, kecuali RQ5 karena tidak valid). Dari data yang ditampilkan: RQ6 menunjukkan nilai rata-rata tertinggi (3,17), sementara RQ1 menunjukkan nilai rata-rata terendah (2,46). Secara keseluruhan, nilai rata-rata untuk semua indikator berada dalam rentang 2,46 hingga 3,17, menandakan bahwa tingkat TK berada pada level menengah ke atas (jika menggunakan skala 1-4). Terlihat ada fluktuasi nilai antar indikator, dengan peningkatan yang signifikan pada RQ4 dan RQ6 dibandingkan indikator lainnya. Setelah mencapai puncak di RQ6, terjadi penurunan pada indikator RQ7.

Indikator *Pedagogical Knowledge* (PK)

Perolehan rata rata nilai indikator PK dari mahasiswa Pendidikan geografi Universitas Samudra diambil dari 8 item pertanyaan yang valid. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3 berikut.

Gambar 3. Grafik Rata-Rata Indikator *Pedagogical Knowledge*

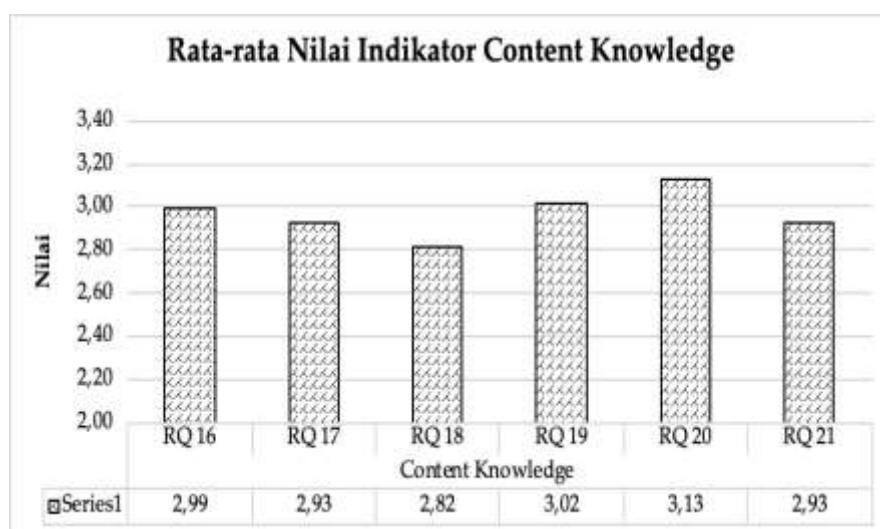


Gambar 3 tersebut menampilkan rata-rata nilai indikator PK yang terbagi menjadi 8 komponen (RQ8 hingga RQ15). Berdasarkan data pada grafik: Nilai tertinggi dimiliki oleh RQ15 dengan skor 3,08, diikuti oleh RQ12 dengan skor 3,05. Nilai terendah dimiliki oleh RQ8 dengan skor 2,74. Secara keseluruhan, nilai indikator PK berada pada rentang 2,74 hingga 3,08 dengan skala pada sumbu Y berkisar antara 2,00 hingga 3,40. Semua komponen memiliki nilai di atas 2,70, dengan beberapa komponen (RQ12 dan RQ15) mencapai nilai di atas 3,00. Komponen RQ11 dan RQ13 juga cukup tinggi dengan nilai mendekati 3,00 (masing-masing 2,94 dan 2,93).

Indikator *Content Knowledge* (CK)

Perolehan rata-rata nilai CK pada penelitian ini diperoleh dari 6 item pertanyaan yang valid. Rata-rata nilai indikator dapat dilihat pada gambar 4 berikut.

Gambar 4. Grafik Rata-Rata Indikator *Content Knowledge*



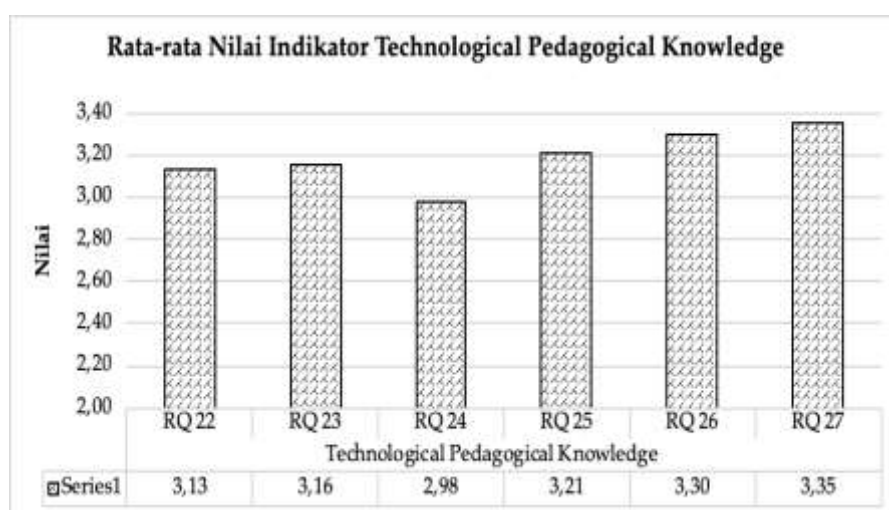
Grafik yang ditunjukkan pada gambar 4 tersebut menampilkan rata-rata nilai indikator CK yang terbagi menjadi 6 komponen (RQ16 hingga RQ21). Berdasarkan data pada

grafik: Nilai tertinggi dimiliki oleh RQ20 dengan skor 3,13, diikuti oleh RQ19 dengan skor 3,02. Nilai terendah dimiliki oleh RQ18 dengan skor 2,82. Secara keseluruhan, nilai indikator CK berada pada rentang 2,82 hingga 3,13 dengan skala pada sumbu Y berkisar antara 2,00 hingga 3,40. Semua komponen memiliki nilai yang cukup tinggi (di atas 2,80), dengan dua komponen (RQ19 dan RQ20) mencapai nilai di atas 3,00. Komponen RQ16 juga hampir mencapai nilai 3,00 dengan skor 2,99. Komponen RQ17 dan RQ21 memiliki nilai yang sama yaitu 2,93.

Indikator *Technological Pedagogical Knowledge* (TPK)

Indikator ini memperoleh rata-rata nilai dari 6 item pertanyaan yang valid. Perolehan rata-rata nilai pada indikator ini dapat dilihat pada gambar 5 berikut.

Gambar 5. Grafik Rata-Rata Indikator *Technological Pedagogical Knowledge*

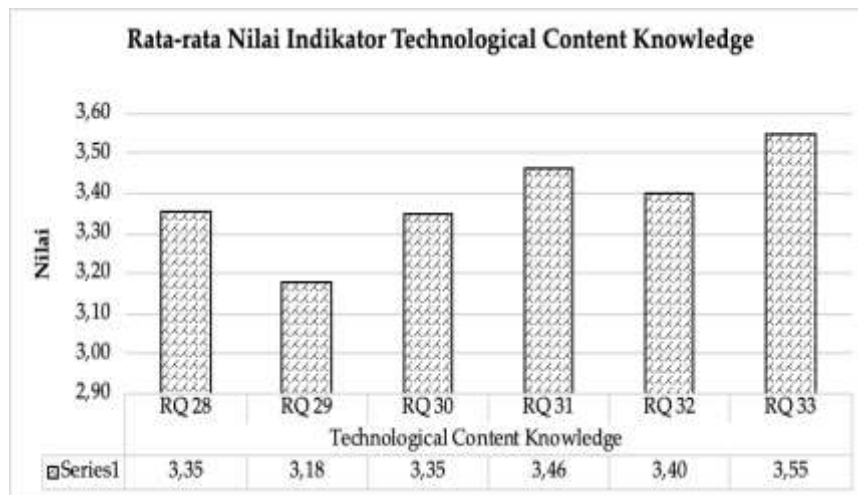


Grafik yang ditunjukkan dari gambar 5 tersebut menampilkan rata-rata nilai indikator TPK yang terbagi menjadi 6 komponen (RQ22 hingga RQ27). Berdasarkan data pada grafik: Nilai tertinggi dimiliki oleh RQ27 dengan skor 3,35, diikuti oleh RQ26 dengan skor 3,30 dan RQ25 dengan skor 3,21. Nilai terendah dimiliki oleh RQ24 dengan skor 2,98. Secara keseluruhan, nilai indikator TPK berada pada rentang yang cukup tinggi, yaitu antara 2,98 hingga 3,35 dengan skala pada sumbu Y berkisar antara 2,00 hingga 3,40. Hampir semua komponen memiliki nilai di atas 3,00, kecuali RQ24 yang sedikit di bawah 3,00. Indikator ini menunjukkan nilai rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan dengan indikator-indikator sebelumnya (TK, PK, dan CK).

Indikator *Technological Content Knowledge* (TCK)

Perolehan rata-rata nilai dari indikator TCK diambil dari 6 item pertanyaan yang valid. Secara lengkap disajikan pada gambar 6 berikut.

Gambar 6. Grafik Rata-Rata Indikator *Technological Content Knowledge*

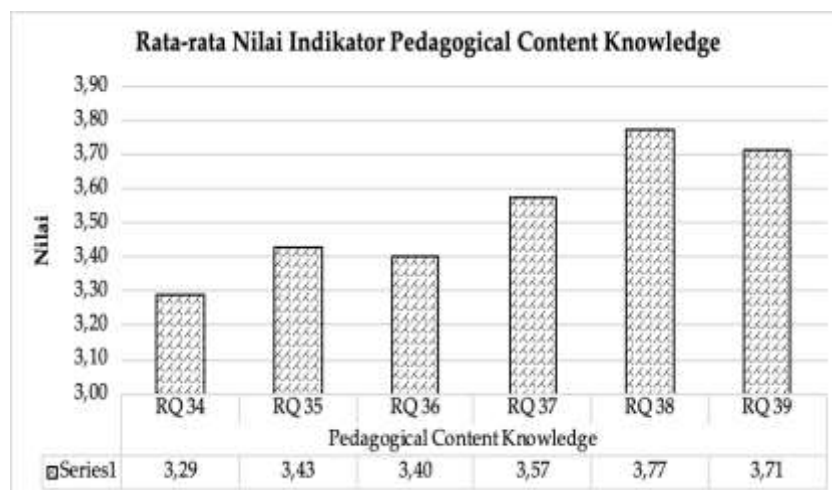


Gambar 6 tersebut menampilkan rata-rata nilai indikator TCK yang terbagi menjadi 6 komponen (RQ28 hingga RQ33). Berdasarkan data pada grafik: Nilai tertinggi dimiliki oleh RQ33 dengan skor 3,55, diikuti oleh RQ31 dengan skor 3,46 dan RQ32 dengan skor 3,40. Nilai terendah dimiliki oleh RQ29 dengan skor 3,18. Secara keseluruhan, nilai indikator TCK berada pada rentang yang sangat tinggi, yaitu antara 3,18 hingga 3,55 dengan skala pada sumbu Y berkisar antara 2,90 hingga 3,60. Semua komponen memiliki nilai di atas 3,00, bahkan sebagian besar berada di atas 3,30. Indikator ini menunjukkan nilai rata-rata yang paling tinggi dibandingkan dengan indikator-indikator sebelumnya (TK, PK, CK, dan TPK).

Indikator *Pedagogical Content Knowledge* (PCK)

Secara umum, rata rata indikator PCK diperoleh dari 6 item pertanyaan yang valid. Secara jelas dapat dilihat pada gambar 7 berikut ini.

Gambar 7. Grafik Rata-rata Indikator *Pedagogical Content Knowledge*



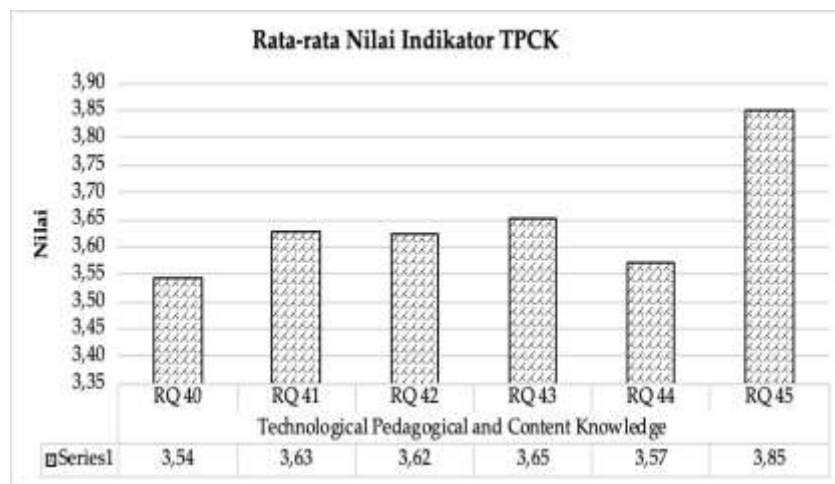
Grafik yang terdapat pada gambar 7 tersebut menampilkan rata-rata nilai indikator PCK yang terbagi menjadi 6 komponen (RQ34 hingga RQ39). Berdasarkan data pada grafik: Nilai tertinggi dimiliki oleh RQ38 dengan skor 3,77, diikuti oleh RQ39 dengan skor 3,71 dan

RQ37 dengan skor 3,57. Nilai terendah dimiliki oleh RQ34 dengan skor 3,29. Secara keseluruhan, nilai indikator PCK berada pada rentang yang sangat tinggi, yaitu antara 3,29 hingga 3,77 dengan skala pada sumbu Y berkisar antara 3,00 hingga 3,90. Semua komponen memiliki nilai di atas 3,20, dengan tiga komponen (RQ37, RQ38, dan RQ39) memiliki nilai di atas 3,50. Indikator ini menunjukkan nilai rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan dengan semua indikator-indikator sebelumnya, terutama pada RQ38 dan RQ39 yang memiliki nilai mendekati 3,80.

Indikator *Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPCK)*

Indikator ini berasal dari 6 item pertanyaan yang diajukan pada mahasiswa pendidikan geografi Universitas Samudra. Penjelasan lebih jelas terhadap rata-rata nilai dari tiap item pertanyaan disajikan pada gambar 8.

Gambar 8. Grafik Rata-rata Indikator *Technological Pedagogical and Content Knowledge*

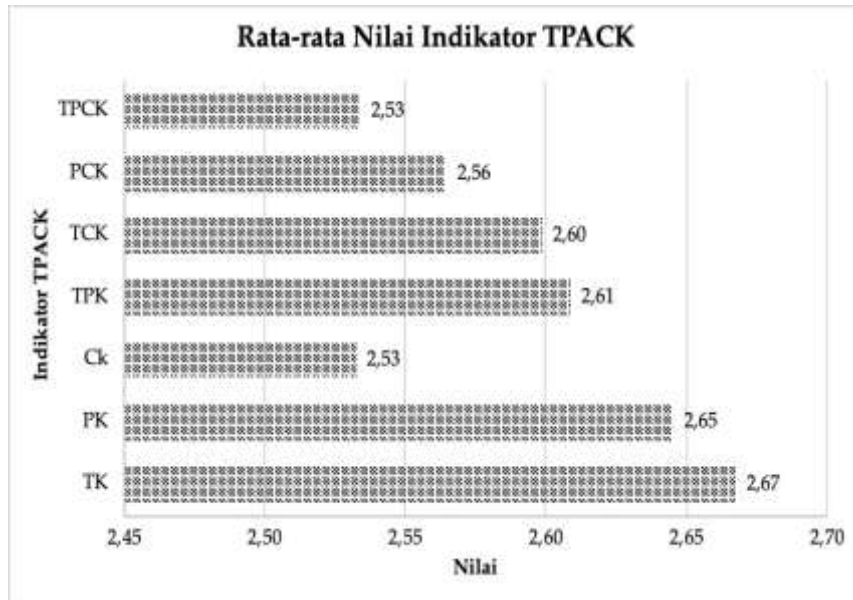


Grafik pada gambar 8 tersebut menampilkan rata-rata nilai indikator TPCK yang terbagi menjadi 6 komponen (RQ40 hingga RQ45). Berdasarkan data pada grafik: Nilai tertinggi dimiliki oleh RQ45 dengan skor 3,85, yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan komponen lainnya. Nilai tertinggi berikutnya dimiliki oleh RQ43 dengan skor 3,65, diikuti oleh RQ41 dengan skor 3,63. Nilai terendah dimiliki oleh RQ40 dengan skor 3,54. Secara keseluruhan, nilai indikator TPCK berada pada rentang yang sangat tinggi, yaitu antara 3,54 hingga 3,85 dengan skala pada sumbu Y berkisar antara 3,35 hingga 3,90. Semua komponen memiliki nilai di atas 3,50, menunjukkan bahwa indikator TPCK memiliki nilai rata-rata yang paling tinggi dibandingkan dengan semua indikator sebelumnya. Khususnya komponen RQ45 yang hampir mencapai nilai 3,90 menunjukkan penilaian yang sangat tinggi pada aspek tersebut.

Rata-Rata Indikator TPACK

Secara keseluruhan, masing-masing indikator dari TPACK yang diambil dari mahasiswa Pendidikan geografi Universitas Samudra dapat dilihat pada gambar 9 berikut.

Gambar 9. Grafik Rata-rata Indikator TPACK



Grafik tersebut menampilkan rata-rata nilai indikator TPACK dalam bentuk diagram batang horizontal. Berdasarkan data pada grafik: Secara keseluruhan, nilai indikator TPACK berada pada rentang 2,53 hingga 2,67, dengan skala pada sumbu X berkisar antara 2,45 hingga 2,70. Perbedaan nilai antar komponen relatif kecil, dengan selisih antara nilai tertinggi (TK) dan nilai terendah (TPCK/CK) hanya sebesar 0,14. Komponen dasar seperti TK dan PK memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan komponen gabungan seperti PCK, TCK, dan TPCK. Komponen TPK berada di urutan ketiga tertinggi dengan nilai 2,61.

Dari uraian hasil rata rata indikator TPACK diatas dapat dikelompokkan dimensi dan item pertanyaan untuk melihat kemampuan mahasiswa. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 5 berikut.

Tabel 5. Kategori Kemampuan TPACK Mahasiswa

Kategori Kemampuan	Dimensi yang Termasuk
Sangat Tinggi	PCK (3.77, 3.71), TPCK (3.85), TCK (3.55)
Tinggi	CK (3.13, 3.02), TPK (3.35, 3.30, 3.21), TCK (3.46, 3.40, 3.35, 3.35), PCK (3.57), TPCK (3.65, 3.63, 3.62, 3.57, 3.54)
Sedang	TK (2.86, 2.74, 2.63, 2.60, 2.54, 2.46), PK (2.94, 2.93, 2.82, 2.79, 2.76, 2.74), CK (2.93, 2.93, 2.82)
Rendah	-
Sangat Rendah	-

PEMBAHASAN

Analisis *Technological Knowledge* (TK)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada dimensi TK, mahasiswa memperoleh rata-rata nilai antara 2,46 hingga 3,17, dengan nilai tertinggi pada RQ6 (3,17) dan terendah pada

RQ1 (2,46). Hal ini mengindikasikan bahwa kemampuan teknologi mahasiswa calon guru geografi masih berada pada tingkat menengah dan menunjukkan adanya variasi penguasaan.

Temuan ini sejalan dengan pernyataan bahwa calon guru seringkali menunjukkan variasi dalam penguasaan teknologi, dengan kecenderungan lebih menguasai teknologi yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari dibandingkan teknologi pembelajaran khusus Valtonen et al. (2020). Fenomena ini menunjukkan adanya kesenjangan antara penggunaan teknologi pribadi dan profesional yang perlu menjadi perhatian dalam pendidikan calon guru.

Rendahnya nilai pada beberapa indikator TK juga mengkonfirmasi temuan penelitian bahwa banyak program pendidikan guru belum secara optimal mengintegrasikan teknologi dalam kurikulum mereka Tondeur et al. (2019). Akibatnya, calon guru sering mengalami kesulitan dalam menerapkan teknologi dalam konteks pembelajaran. Hal ini sesuai dengan pendapat yang menekankan bahwa penguasaan teknologi semata tidak cukup, melainkan perlu diintegrasikan dengan pengetahuan pedagogi dan konten Mishra & Koehler (2006).

Analisis Pedagogical Knowledge (PK)

Dimensi PK menunjukkan nilai rata-rata antara 2,74 hingga 3,08, dengan nilai tertinggi pada RQ15 (3,08) dan RQ12 (3,05). Hasil ini mengindikasikan bahwa mahasiswa calon guru geografi memiliki pemahaman pedagogis yang relatif lebih baik dibandingkan penguasaan teknologi mereka. Temuan ini konsisten dengan penelitian yang menemukan bahwa program pendidikan guru tradisional cenderung lebih kuat dalam mempersiapkan aspek pedagogis dibandingkan aspek teknologi (Ertmer et al., 2014). Kecenderungan ini mungkin disebabkan oleh tradisi dan fokus historis pendidikan guru yang lebih menekankan aspek pedagogi saja (Mouza et al., 2014). Nilai yang cukup tinggi pada dimensi PK menunjukkan bahwa mahasiswa calon guru telah memiliki dasar pedagogis yang baik sebagai fondasi pengembangan *TPACK* mereka (Schmidt et al., 2009). Namun, pengetahuan pedagogis yang baik harus diintegrasikan dengan teknologi dan konten untuk menciptakan pembelajaran yang efektif di era digital (Chai et al., 2011).

Analisis Content Knowledge (CK)

Penelitian menunjukkan bahwa dimensi CK mahasiswa berada pada rentang 2,82 hingga 3,13, dengan nilai tertinggi pada RQ20 (3,13) dan RQ19 (3,02). Hasil ini mengindikasikan bahwa mahasiswa calon guru geografi memiliki pemahaman konten yang cukup baik. Temuan ini selaras dengan penelitian yang menyatakan bahwa penguasaan konten mata pelajaran merupakan salah satu kekuatan tradisional dalam program pendidikan guru (Jo et al., 2016). Meskipun demikian, variasi nilai dalam dimensi CK menunjukkan adanya aspek konten tertentu yang mungkin perlu mendapat perhatian lebih dalam pengembangan kurikulum. Dalam sebuah penelitian tentang calon guru geografi menemukan bahwa konten geografi yang bersifat interdisipliner seringkali menjadi tantangan tersendiri bagi mahasiswa (Gómez-Trigueros & Yáñez de Aldecoa, 2021). Hal ini mungkin menjelaskan variasi nilai CK yang ditemukan dalam penelitian ini, di mana beberapa aspek konten mungkin lebih kompleks dan menantang bagi mahasiswa.

Analisis Technological Pedagogical Knowledge (TPK)

Dimensi TPK menunjukkan nilai rata-rata yang cukup tinggi, antara 2,98 hingga 3,35, dengan nilai tertinggi pada RQ27 (3,35) dan RQ26 (3,30). Hasil ini mengindikasikan bahwa mahasiswa telah mulai mengembangkan kemampuan untuk menghubungkan teknologi dengan strategi pedagogis. Temuan ini menarik ketika dibandingkan dengan dimensi TK

yang relatif lebih rendah. Hal ini sejalan dengan penelitian yang menemukan bahwa pengalaman dalam program pendidikan guru dapat membantu calon guru mengembangkan TPK meskipun TK mereka masih perlu ditingkatkan (Koh & Chai, 2014). Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa mulai mampu mengintegrasikan teknologi dalam pendekatan pedagogis mereka, yang merupakan langkah positif dalam pengembangan TPACK secara keseluruhan (Favier & van der Schee, 2014). Menurut hasil penelitian, TPK merupakan komponen penting yang memungkinkan calon guru untuk memilih dan menggunakan teknologi yang sesuai dengan tujuan pedagogis (Voogt et al., 2013). Nilai TPK yang tinggi mengindikasikan bahwa mahasiswa calon guru geografi mulai memahami bagaimana teknologi dapat mendukung strategi pengajaran mereka (Putra et al., 2021).

Analisis Technological Content Knowledge (TCK)

Hasil yang sangat positif ditunjukkan pada dimensi TCK dengan nilai rata-rata antara 3,18 hingga 3,55, dengan nilai tertinggi pada RQ33 (3,55) dan RQ31 (3,46). Hal ini merupakan dimensi dengan nilai rata-rata tertinggi di antara dimensi-dimensi parsial TPACK lainnya. Tingginya nilai TCK dapat dijelaskan dengan karakteristik disiplin geografi yang memang memiliki hubungan erat dengan teknologi (Favier & van der Schee, 2014). Teknologi-teknologi seperti GIS, penginderaan jauh, dan visualisasi geospasial telah menjadi bagian integral dari konten geografi modern (Purwanto et al., 2025; Putra et al., 2021). Hal ini memungkinkan mahasiswa calon guru geografi lebih mudah memahami hubungan antara teknologi dan konten mata pelajaran.

Pendapat ini diperkuat oleh penelitian yang menemukan bahwa calon guru bidang sains dan geografi seringkali menunjukkan TCK yang lebih baik karena kedekatan disiplin ilmu mereka dengan aplikasi teknologi (Hong & Stonier, 2015). Namun, seperti yang diingatkan bahwa TCK yang kuat harus diintegrasikan dengan aspek pedagogis untuk menciptakan pembelajaran yang efektif (Mishra & Koehler, 2006). Fenomena ini tidak terbatas pada penggunaan aplikasi GIS saja, tetapi juga mencakup berbagai teknologi visualisasi, pemodelan digital, dan simulasi fenomena geografis yang telah menjadi bagian integral dari disiplin ilmu geografi modern.

Analisis Pedagogical Content Knowledge (PCK)

Dimensi PCK menunjukkan nilai yang sangat tinggi, berkisar antara 3,29 hingga 3,77, dengan nilai tertinggi pada RQ38 (3,77) dan RQ39 (3,71). Hasil ini menunjukkan bahwa mahasiswa calon guru geografi memiliki kemampuan yang sangat baik dalam mengintegrasikan pengetahuan pedagogi dengan konten mata pelajaran. Temuan ini konsisten dengan penelitian yang menunjukkan bahwa PCK biasanya berkembang lebih baik dalam program pendidikan guru dibandingkan dimensi yang melibatkan teknologi (Depaepe et al., 2013). Hal ini disebabkan oleh fokus tradisional pendidikan guru pada pengintegrasian konten dan pedagogi, serta pengalaman praktik mengajar yang memberi kesempatan bagi mahasiswa untuk mengembangkan PCK (Van Driel & Berry, 2012).

Tingginya nilai PCK juga mencerminkan efektivitas kurikulum program studi dalam mempersiapkan mahasiswa. Kurikulum pada program studi harus menghubungkan pengetahuan konten geografi dengan strategi pedagogis yang sesuai dengan zamannya. Seorang guru yang efektif harus mampu mentransformasikan pengetahuan konten ke dalam bentuk yang dapat dipahami oleh siswa, dan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa mahasiswa calon guru geografi telah mengembangkan kemampuan tersebut (Shulman, 1986).

Analisis Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK)

Dimensi TPCK menunjukkan nilai yang sangat baik, dengan rentang 3,54 hingga 3,85, dengan nilai tertinggi pada RQ45 (3,85) dan RQ43 (3,65). Hasil ini mengindikasikan bahwa mahasiswa calon guru geografi telah mengembangkan kemampuan mengintegrasikan ketiga aspek utama TPACK dengan sangat baik. Temuan ini menarik bila dibandingkan dengan hasil rata-rata TPACK keseluruhan yang justru relatif rendah (2,53). Hal ini mungkin disebabkan oleh perbedaan metode pengukuran atau aspek yang dievaluasi. Meski demikian, hasil dimensi TPCK yang tinggi menunjukkan potensi positif pada mahasiswa calon guru geografi dalam mengintegrasikan teknologi, pedagogi, dan konten. Pengembangan TPCK yang efektif membutuhkan pengalaman integrasi yang autentik (Jang & Tsai, 2012). Tingginya nilai TPCK pada penelitian ini mungkin mencerminkan efektivitas komponen praktik dalam kurikulum yang memberi kesempatan mahasiswa untuk mengintegrasikan ketiga aspek dalam konteks nyata.

Hasil penelitian tersebut menunjukkan integrasi TPCK yang baik dalam konteks tertentu namun tidak tercermin dalam pengukuran secara holistik. Hal ini mungkin mengindikasikan pengembangan TPACK yang tidak merata atau terkontekstualisasi terlalu spesifik. Analisis lebih lanjut tentang bagaimana komponen praktik dalam kurikulum berkontribusi terhadap pengembangan TPCK dapat memberikan wawasan berharga untuk perbaikan program pendidikan guru geografi kedepannya (Willermark, 2018).

Analisis Keseluruhan TPACK

Secara keseluruhan, hasil menunjukkan bahwa profil TPACK mahasiswa calon guru geografi bervariasi di antara dimensi-dimensi yang berbeda. Dimensi yang melibatkan teknologi (TCK, TPK, TPCK) menunjukkan hasil yang sangat baik, sementara TK dasar relatif lebih rendah. Hal ini menciptakan pola yang agak tidak biasa bila dibandingkan dengan penelitian-penelitian sebelumnya. Oleh karena itu, perlu pengkajian lebih lanjut untuk mengetahui perbedaan tersebut.

Hasil ini menunjukkan fenomena menarik, di mana calon guru kadang mampu mengembangkan dimensi integrasi (seperti TPK, TCK, TPCK) meskipun komponen dasar mereka (seperti TK) masih perlu ditingkatkan (Mouza et al., 2014). Fenomena ini mungkin disebabkan oleh pendekatan pembelajaran yang langsung mengintegrasikan teknologi dengan pedagogi dan konten, tanpa secara spesifik membangun TK dasar terlebih dahulu. Pola seperti ini mungkin juga mencerminkan karakteristik unik dari disiplin geografi yang memang memiliki hubungan erat dengan teknologi (Chai et al., 2011), sehingga memudahkan mahasiswa memahami integrasi teknologi dalam mata pelajaran ini meskipun kemampuan teknologi dasar mereka masih perlu ditingkatkan (Baran et al., 2019).

Implikasi Penelitian

Berdasarkan temuan penelitian, beberapa implikasi praktis dapat diidentifikasi untuk pengembangan program pendidikan guru geografi yaitu: 1) Penguatan Technological Knowledge: Meskipun dimensi integrasi menunjukkan hasil yang baik, TK dasar masih perlu ditingkatkan. Program pendidikan guru perlu memperkuat komponen pengembangan keterampilan teknologi dasar bagi calon guru (Tondeur et al., 2020). 2) Pembelajaran Berbasis Desain: pendekatan pembelajaran berbasis desain dapat digunakan untuk membantu mahasiswa mengembangkan TPACK secara holistik (Koehler et al., 2014), dengan memberikan kesempatan untuk merancang dan mengimplementasikan pembelajaran yang mengintegrasikan teknologi. 3) Pengalaman Otentik: Hasil dimensi integrasi yang tinggi perlu

ditindaklanjuti dengan pengalaman praktik yang otentik (Baran et al., 2019), untuk memastikan bahwa kemampuan TPACK mahasiswa dapat diterapkan dalam konteks kelas nyata. 4) Refleksi dan Evaluasi Berkelanjutan: Program perlu melibatkan mahasiswa dalam refleksi dan evaluasi berkelanjutan tentang perkembangan TPACK (Willermark, 2018), untuk mengidentifikasi area yang perlu ditingkatkan.

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa calon guru geografi Universitas Samudra memiliki tingkat penguasaan TPACK yang bervariasi namun cenderung positif. Indikator TCK, PCK, dan TPCK menunjukkan nilai rata-rata yang sangat tinggi (>3,00), menandakan kekuatan dalam memahami hubungan antara teknologi, pedagogi, dan konten geografis. Namun, indikator TK menunjukkan nilai yang relatif lebih rendah dibandingkan indikator lainnya, khususnya pada item Q_5 yang tidak valid, mengindikasikan perlunya penguatan pada aspek pengetahuan teknologi dasar. Adanya kesenjangan antara nilai komponen individual yang tinggi dengan rata-rata indikator TPACK keseluruhan yang lebih rendah menunjukkan tantangan dalam mengintegrasikan ketiga aspek tersebut secara simultan dalam praktik pembelajaran.

Berdasarkan temuan penelitian, beberapa saran yang dapat diberikan meliputi: (1) penguatan kompetensi teknologi dasar melalui pelatihan intensif dan berjenjang, dengan fokus pada item Q_5 yang tidak valid dan item Q_6 yang memiliki korelasi rendah; (2) pengembangan pendekatan pembelajaran terintegrasi yang menghubungkan aspek teknologi, pedagogi, dan konten secara simultan melalui proyek berbasis desain dan pembelajaran kolaboratif; (3) peningkatan pengalaman praktis dalam mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran geografi melalui *micro teaching* dan praktik lapangan yang lebih intensif; (4) pemanfaatan keunggulan dalam TCK dan PCK sebagai fondasi untuk mengembangkan TPCK yang lebih komprehensif; dan (5) penerapan model penilaian TPACK yang berkelanjutan dan kontekstual untuk memantau perkembangan kompetensi TPACK mahasiswa.

Secara keseluruhan rekomendasi untuk penelitian lanjutan meliputi: (1) studi longitudinal untuk memantau perkembangan TPACK mahasiswa selama program pendidikan; (2) penelitian komparatif antara persepsi TPACK dengan kemampuan aktual dalam merancang dan melaksanakan pembelajaran berbasis teknologi; (3) pengembangan dan validasi model intervensi untuk meningkatkan komponen TPACK yang masih lemah; dan (4) eksplorasi faktor-faktor kontekstual yang mempengaruhi pengembangan TPACK, seperti infrastruktur teknologi, dukungan institusional, dan karakteristik individu. Berdasarkan rekomendasi, diharapkan program pendidikan guru geografi dapat lebih efektif dalam mempersiapkan calon guru yang kompeten dalam mengintegrasikan teknologi, pedagogi, dan konten geografis untuk pembelajaran yang bermakna di era digital.

REFERENSI

- Aliman, M., Sumarmi, S., & Marni, S. (2024). Developing Spatial Thinking through the Earthcomm Learning Model: Exploring the Role of Earth Science in the Community. *Journal of Social Studies Education Research*, 15(1), Article 1.
- Baran, E., Canbazoglu Bilici, S., Albayrak Sari, A., & Tondeur, J. (2019). Investigating the Impact of Teacher Education Strategies on Preservice Teachers' TPACK. *British Journal of Educational Technology*, 50(1), 357–370. <https://doi.org/10.1111/bjet.12565>
- Bashith, A., Amin, S., Aliman, M., Kurniawan, M. A., Jubba, H., & Maulidiah, L. (2025). Utilizing A Virtual Laboratory based on Mobile Learning: Implementation for Social

- Science Education Students in Indonesia to Improve Learning Outcomes. *Educational Process: International Journal*. <https://edupij.com/index/arsiv/76/552/utilizing-a-virtual-laboratory-based-on-mobile-learning-implementation-for-social-science-education-students-in-indonesia-to-improve-learning-outcomes>
- Chai, C. S., Koh, J. H. L., & Tsai, C.-C. (2011). Exploring the factor structure of the constructs of technological, pedagogical, content knowledge (TPACK). *Asia-Pacific Education Researcher*, 20(3), 595–603.
- Depaepe, F., Verschaffel, L., & Kelchtermans, G. (2013). Pedagogical content knowledge: A systematic review of the way in which the concept has pervaded mathematics educational research. *Teaching and Teacher Education*, 34, 12–25. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2013.03.001>
- Ertmer, P. A., Ottenbreit-Leftwich, A. T., & Tondeur, J. (2014). Teachers' Beliefs and Uses of Technology to Support 21st-century Teaching and Learning. In *International Handbook of Research on Teachers' Beliefs*. Routledge.
- Favier, T. T., & van der Schee, J. A. (2014). The effects of geography lessons with geospatial technologies on the development of high school students' relational thinking. *Computers and Education*, 76, 225–236. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.04.004>
- Gómez-Trigueros, I. M., & Yáñez de Aldecoa, C. (2021). The Digital Gender Gap in Teacher Education: The TPACK Framework for the 21st Century. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, 11(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/ejihpe11040097>
- Hong, J. E., & Stonier, F. (2015). GIS In-Service Teacher Training Based on TPACK. *Journal of Geography*, 114(3), 108–117. <https://doi.org/10.1080/00221341.2014.947381>
- Huh, S., & and Jo, I. (2023). Successes and Struggles: Evaluating Geospatial Technologies Integration in Geography Lessons using TPACK. *Journal of Geography*, 122(5), 126–139. <https://doi.org/10.1080/00221341.2023.2224814>
- Jang, S.-J., & Tsai, M.-F. (2012). Exploring the TPACK of Taiwanese elementary mathematics and science teachers with respect to use of interactive whiteboards. *Computers & Education*, 59(2), 327–338. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.02.003>
- Jo, I., Hong, J. E., & Verma, K. (2016). Facilitating Spatial Thinking in World Geography Using Web-Based GIS. *Journal of Geography in Higher Education*, 40(3), 442–459. <https://doi.org/10.1080/03098265.2016.1150439>
- Koehler, M. J., Mishra, P., Kereluik, K., Shin, T. S., & Graham, C. R. (2014). The Technological Pedagogical Content Knowledge Framework. In J. M. Spector, M. D. Merrill, J. Elen, & M. J. Bishop (Eds.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (pp. 101–111). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_9
- Koh, J. H. L., & Chai, C. S. (2014). Teacher clusters and their perceptions of technological pedagogical content knowledge (TPACK) development through ICT lesson design. *Computers & Education*, 70, 222–232. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.08.017>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Mouza, C., Karchmer-Klein, R., Nandakumar, R., Yilmaz Ozden, S., & Hu, L. (2014). Investigating the impact of an integrated approach to the development of preservice teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Computers and Education*, 71, 206–221. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.09.020>

- Purwanto, P., Utomo, D. H., Wiwoho, B. S., Susanto, A., Elvada, E., Purba, C. T., Zain, M. W. K., Maghfiroh, A., & Mellyana, I. M. (2025). GeoTPACK (Geographical Technology, Pedagogical, and Content Knowledge) Strategi Meningkatkan Keterampilan Geografi Berkelanjutan. *Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha*, 13(1), Article 1. <https://doi.org/10.23887/jjpg.v13i1.85878>
- Putra, A. K., Sumarmi, S., Handoyo, B., Purwanto, P., & Islam, M. N. (2021). Pengembangan virtual field trips berbasis Geospatial Technology: Peningkatan kompetensi TPACK guru melalui GeoEdu Workshop. *Jurnal Integrasi Dan Harmoni Inovatif Ilmu-Ilmu Sosial*, 1(12), Article 12. <https://doi.org/10.17977/um063v1i12p1354-1363>
- Scherer, R. (2019). The cognitive benefits of learning computer programming: A meta-analysis of transfer effects. *Journal of Educational Psychology*, 111(5), 764–792. <https://doi.org/10.1037/edu0000314>
- Schmidt, D. A., Baran, Evrim, Thompson, Ann D., Mishra, Punya, Koehler, Matthew J., & Shin, T. S. (2009). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): The Development and Validation of an Assessment Instrument for Preservice Teachers. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(2), 123–149. <https://doi.org/10.1080/15391523.2009.10782544>
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- Sumarmi, S., Putra, A. K. K., Sholeha, A. W., Rahmasyah, P. I., Aliman, M., Wahyuningtyas, N., & Ahmad, W. I. W. (2025). The Pedagogical and Professional Abilities of Pre-Service Teachers through a Project-Based Research Learning Model. *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan*, 17(1), Article 1. <https://doi.org/10.35445/alishlah.v17i1.5867>
- Tondeur, J., Scherer, R., Siddiq, F., & Baran, E. (2020). Enhancing Pre-Service Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): A Mixed-Method Study. *Educational Technology Research and Development*, 68(1), 319–343. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09692-1>
- Urfan, F., Sari, R. M., & Akbari, M. (2025). Pre-service Geography Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Proficiency: A Student Perspective. *Geosfera Indonesia*, 10(1), Article 1. <https://doi.org/10.19184/geosi.v10i1.47210>
- Valtonen, T., Sointu, E., Kukkonen, J., Kontkanen, S., Lambert, M. C., & Mäkitalo-Siegl, K. (2017). TPACK updated to measure pre-service teachers' twenty-first century skills. *Australasian Journal of Educational Technology*, 33(3), Article 3. <https://doi.org/10.14742/ajet.3518>
- Van Driel, J. H., & Berry, A. (2012). Teacher Professional Development Focusing on Pedagogical Content Knowledge. *Educational Researcher*, 41(1), 26–28. <https://doi.org/10.3102/0013189X11431010>
- Voogt, J., Fisser, P., Pareja Roblin, N., Tondeur, J., & van Braak, J. (2013). Technological pedagogical content knowledge – a review of the literature. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(2), 109–121. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2012.00487.x>
- Wijayanto, B., Sumarmi, S., Utomo, D. H., Handoyo, B., & Aliman, M. (2023). Development of E-Module Based on Geospatial Technology to Improve TPACK Competencies of Geography Pre-Service Teacher: A Needs Analysis Review. *TEM Journal*, 12(2), 1190–1200. <https://doi.org/10.18421/TEM122-65>

Willermark, S. (2018). Technological Pedagogical and Content Knowledge: A Review of Empirical Studies Published From 2011 to 2016. *Journal of Educational Computing Research*, 56(3), 315–343. <https://doi.org/10.1177/0735633117713114>