

**Profil *Pedagogical Content Knowledge* Mahasiswa Pendidikan Fisika pada mata Kuliah PPL Berdasarkan kerangka Magnusson**

**Nur Habib Muhammad Iqbal<sup>1\*</sup>, Fanni Zulaiha<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alama, Universitas Pendidikan Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Nahdlatul Ulama Cirebon

\*E-mail [nurhabibmuhammadiqbal@upi.edu](mailto:nurhabibmuhammadiqbal@upi.edu)

DOI: <https://doi.org/10.52188/jpfs.v7i2.1182>

Accepted: 1 September 2024 Approved: 16 September 2024 Published: 30 September 2024

**ABSTRAK**

Kualitas pembelajaran fisika sangat ditentukan oleh kemampuan guru dalam mengintegrasikan pengetahuan konten dan pedagogik. Namun, masih banyak calon guru yang menghadapi kesulitan dalam menerapkan *Pedagogical Content Knowledge* (PCK), terutama dalam konteks praktik lapangan seperti mata kuliah PPL. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan profil PCK mahasiswa pendidikan fisika berdasarkan lima komponen kerangka Magnusson, sekaligus mengisi kesenjangan kajian yang selama ini lebih banyak berfokus pada guru berpengalaman. Metode penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif, dengan subjek tujuh mahasiswa yang dinilai melalui observasi microteaching menggunakan instrumen berbasis indikator PCK. Hasil menunjukkan bahwa mahasiswa memiliki skor tertinggi pada komponen strategi pengajaran dan kurikulum, sementara aspek pemahaman terhadap siswa dan penilaian masih menunjukkan nilai relatif lebih rendah. Temuan ini menegaskan pentingnya penguatan dimensi pedagogik yang berorientasi pada cara berpikir siswa dan asesmen pembelajaran. Kesimpulan dari penelitian ini mengarah pada perlunya pengembangan kurikulum pendidikan guru yang lebih integratif, kontekstual, dan eksplisit dalam membangun kompetensi PCK secara menyeluruh. Penelitian ini memberikan implikasi terhadap peningkatan mutu pendidikan calon guru fisika dan kontribusi terhadap pengembangan kebijakan pendidikan berbasis praktik reflektif.

**Kata kunci:** *Pedagogical Content Knowledge*, Mahasiswa Pendidikan Fisika, Microteaching, Kerangka Magnusson, PPL

**ABSTRACT**

The quality of physics learning is greatly influenced by the teacher's ability to integrate content knowledge and pedagogy. However, many pre-service teachers still face challenges in applying Pedagogical Content Knowledge (PCK), especially in field-based contexts such as the teaching practicum (PPL) course. This study aims to describe the PCK profile of physics education students based on the five components of the Magnusson framework, while also addressing the research gap that has mostly focused on experienced teachers. The study employed a quantitative descriptive approach, involving seven students who were assessed through microteaching observations using an instrument based on PCK indicators. The results show that students scored highest in the components of instructional strategies and curriculum knowledge, while the components related to students' understanding and assessment received relatively lower scores. These findings highlight the importance of strengthening pedagogical dimensions that focus on student thinking and formative assessment. The

study concludes that teacher education curricula should be developed in a more integrative, contextual, and explicit manner to comprehensively build PCK competencies. This research contributes to improving the quality of physics teacher education and informs education policy development rooted in reflective teaching practice

**Keyword:** Pedagogical Content Knowledge, physics education students, microteaching, Magnusson framework, teaching practicum.

@2024 Pendidikan Fisika FKIP Universitas Nahdlatul Ulama Cirebon

## PENDAHULUAN

Pendidikan memiliki peranan krusial dalam membentuk generasi masa depan yang mampu menghadapi tantangan global (Mafa-Theledi, 2024). Dalam konteks pendidikan sains, khususnya fisika, kualitas pembelajaran sangat bergantung pada kompetensi guru dalam menguasai materi dan strategi penyampaian yang efektif. Salah satu kompetensi penting yang harus dimiliki calon guru fisika adalah *Pedagogical Content Knowledge* (PCK), yaitu kemampuan mengintegrasikan pengetahuan pedagogik dan konten secara simultan dalam praktik mengajar (Aliah & Saddia, 2023a; Mensah & Attachie, 2024a; Tho, 2024). Sayangnya, di tengah tantangan pendidikan abad ke-21, masih banyak guru maupun calon guru yang kesulitan menerjemahkan konsep fisika yang abstrak menjadi pembelajaran yang bermakna bagi siswa (Nasar & Laka, 2024; Nuraeni et al., 2022). Isu ini penting karena berdampak langsung terhadap kualitas pembelajaran sains di masyarakat umum. Lebih jauh, kesulitan yang dialami guru dan calon guru ini menunjukkan perlunya pendekatan lanjutan yang lebih sistematis untuk meningkatkan kompetensi pedagogik calon guru fisika.

Salah satu tantangan utama dalam meningkatkan kompetensi pedagogik calon guru adalah kesenjangan antara penguasaan materi fisika dan keterampilan mengajarnya. Mahasiswa calon guru seringkali lebih kuat dalam content knowledge, tetapi lemah dalam aspek pedagogik seperti pemahaman miskonsepsi siswa, strategi representasi, serta pemilihan pendekatan pembelajaran (Mulhayatiah et al., 2021; Shopie Azizah et al., 2021; Zulaiha, 2023). Kesenjangan ini semakin tampak dalam konteks praktik lapangan, seperti mata kuliah PPL (Program Pengalaman Lapangan), di mana mahasiswa mengalami kesulitan menerapkan teori yang telah mereka pelajari di perkuliahan dalam situasi nyata di kelas (Shofani et al., 2022).

Untuk mengatasi kesenjangan tersebut, diperlukan kerangka konseptual yang dapat mengintegrasikan penguasaan materi dan keterampilan mengajar. Kerangka konseptual PCK yang dikembangkan oleh Magnusson et al. (1999) menawarkan lima komponen utama PCK, yaitu: (1) *orientations toward teaching science*, (2) *knowledge of science curriculum*, (3) *knowledge of students' understanding of science*, (4) *knowledge of assessment in science* dan (5) *knowledge of instructional strategies*. Kerangka ini relevan dalam mengevaluasi sejauh mana mahasiswa calon guru mampu menghubungkan pengetahuan konten dan pedagogis mereka sehingga menghasilkan strategi pembelajaran yang efektif.

Meskipun telah banyak penelitian telah mengeksplorasi PCK guru dan calon guru, namun sebagian besar studi lebih fokus pada guru yang sudah berpengalaman atau terbatas pada aspek tertentu, seperti strategi pembelajaran, masa kerja, dan kemampuan kognitif (Aliah & Saddia, 2023a, 2023b; Mulhayatiah et al., 2021, 2022). Selain itu, banyak penelitian yang belum menggunakan instrumen yang mengakomodasi kompleksitas kelima komponen PCK Magnusson secara holistik. Oleh karena itu, masih diperlukan penelitian yang secara khusus mengeksplorasi bagaimana mahasiswa calon guru fisika mengembangkan PCK saat sedang menjalani PPL, karena PPL merupakan tahap krusial dalam menerjemahkan teori menjadi praktik nyata.

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan dan menganalisis profil *Pedagogical Content Knowledge* mahasiswa pendidikan fisika dalam mata kuliah PPL berdasarkan kerangka Magnusson. Penelitian ini tidak hanya memberikan gambaran empiris mengenai penguasaan PCK mahasiswa calon guru, tetapi juga memberikan gagasan untuk menyelesaikan permasalahan kesenjangan ilmiah dengan menawarkan pendekatan analisis yang lebih menyeluruh. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan bagi pengembangan kurikulum pendidikan fisika, khususnya dalam merancang strategi peningkatan kompetensi PCK calon guru.

## METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan tujuan untuk menggambarkan profil *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika berdasarkan kerangka Magnusson. Pendekatan deskriptif kuantitatif dipilih karena sesuai untuk menyajikan data numerik dalam menggambarkan fenomena yang sedang diteliti secara sistematis dan objektif (Creswell, 2023). Subjek dalam penelitian ini adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika dari salah satu universitas swasta di Kota Cirebon yang sedang menempuh mata kuliah PPL. Populasi dalam penelitian ini mencakup seluruh mahasiswa program studi tersebut, sedangkan sampel penelitian terdiri atas 7 mahasiswa yang dipilih secara purposive, yaitu mereka yang telah mengikuti ujian *microteaching* sebagai bagian evaluasi dari mata kuliah PPL. Pemilihan sampel ini bertujuan untuk memastikan bahwa peserta memiliki pengalaman langsung dalam menerapkan PCK di lingkungan mengajar yang lebih nyata.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui metode observasi terhadap pelaksanaan *microteaching*, yang dilakukan selama ujian praktik mengajar. Observasi ini menjadi metode utama yang sesuai untuk mengamati secara langsung bagaimana mahasiswa mengintegrasikan PCK mereka dalam mengajar. Kemudian, penilaian dilakukan menggunakan instrumen berupa lembar observasi PCK yang dikembangkan berdasarkan lima komponen utama dalam kerangka PCK menurut Magnusson et al. (1999) yakni: *orientations toward science teaching*, *knowledge of students' understanding*, *knowledge of curriculum*, *knowledge of instructional strategies*, dan *knowledge of assessment in science*. Setiap komponen dijabarkan ke dalam beberapa indikator operasional yang disesuaikan dengan konteks pembelajaran fisika di sekolah menengah, sehingga lembar observasi ini merupakan modifikasi dari kerangka awal yang telah diadaptasi secara kontekstual.

Data yang terkumpul dianalisis secara kuantitatif dengan teknik analisis deskriptif berupa perhitungan skor rata-rata pada tiap komponen PCK, yang selanjutnya dikategorikan untuk menilai tingkat penguasaan PCK setiap mahasiswa. Proses pengolahan data dilakukan secara manual menggunakan Microsoft Excel 2019, yang membantu dalam perhitungan numerik dan visualisasi data dalam bentuk grafik dan tabel. Tahapan penelitian dimulai dari penyusunan instrumen observasi, pelaksanaan observasi saat ujian *microteaching*, pengumpulan data, analisis data, hingga interpretasi hasil berdasarkan lima dimensi PCK. Penekanan utama dalam analisis adalah sejauh mana integrasi pengetahuan konten dan pedagogik dapat teridentifikasi dari praktik mengajar mahasiswa selama pelaksanaan *microteaching*.

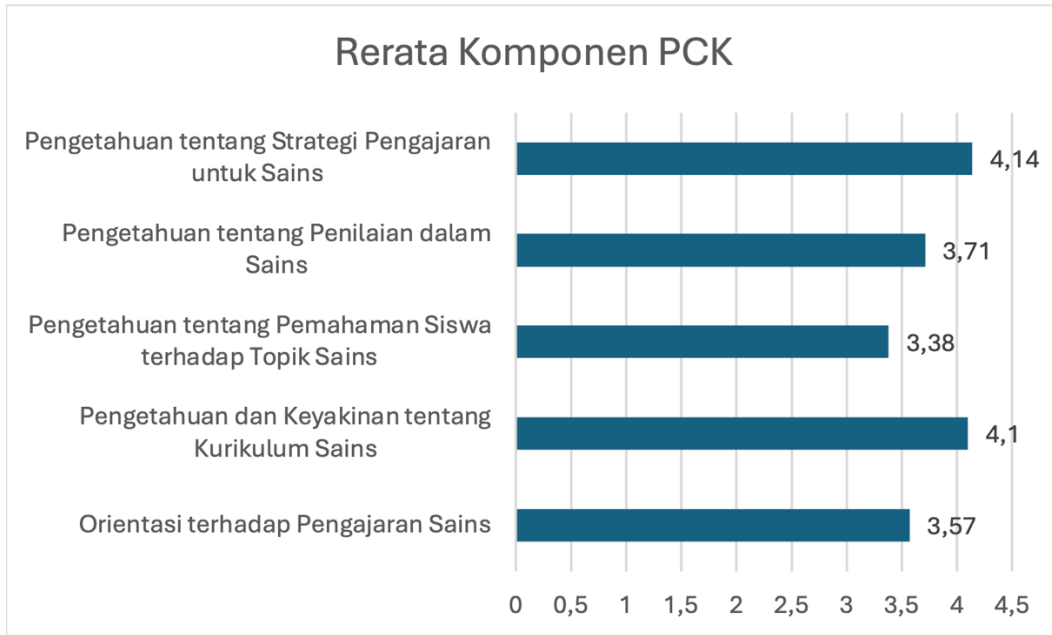
## HASIL

Penelitian ini menghasilkan data kuantitatif mengenai profil *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) tujuh mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika dari salah satu universitas swasta di Kota Cirebon selama pelaksanaan ujian *microteaching* pada mata kuliah PPL. Penilaian dilakukan terhadap lima komponen utama PCK berdasarkan kerangka Magnusson, yaitu: orientasi terhadap pengajaran sains, pengetahuan tentang kurikulum, pengetahuan tentang pemahaman siswa, pengetahuan tentang penilaian, dan pengetahuan tentang strategi pengajaran.

### *Rerata Skor Komponen PCK*

Berdasarkan hasil observasi, komponen tentang strategi pengajaran untuk topik sains memperoleh rerata nilai tertinggi sebesar 4,57. Komponen ini diikuti oleh pengetahuan dan keyakinan tentang kurikulum sains dengan rerata sebesar 4,29. Sebaliknya, dua komponen dengan nilai terendah adalah komponen pengetahuan tentang pemahaman siswa terhadap topik sains dan komponen pengetahuan tentang penilaian dalam sains, yang sama-sama menunjukkan rerata sebesar 3,29. Sementara itu, komponen orientasi terhadap pengajaran sains memiliki skor rerata menengah yaitu 3,57.

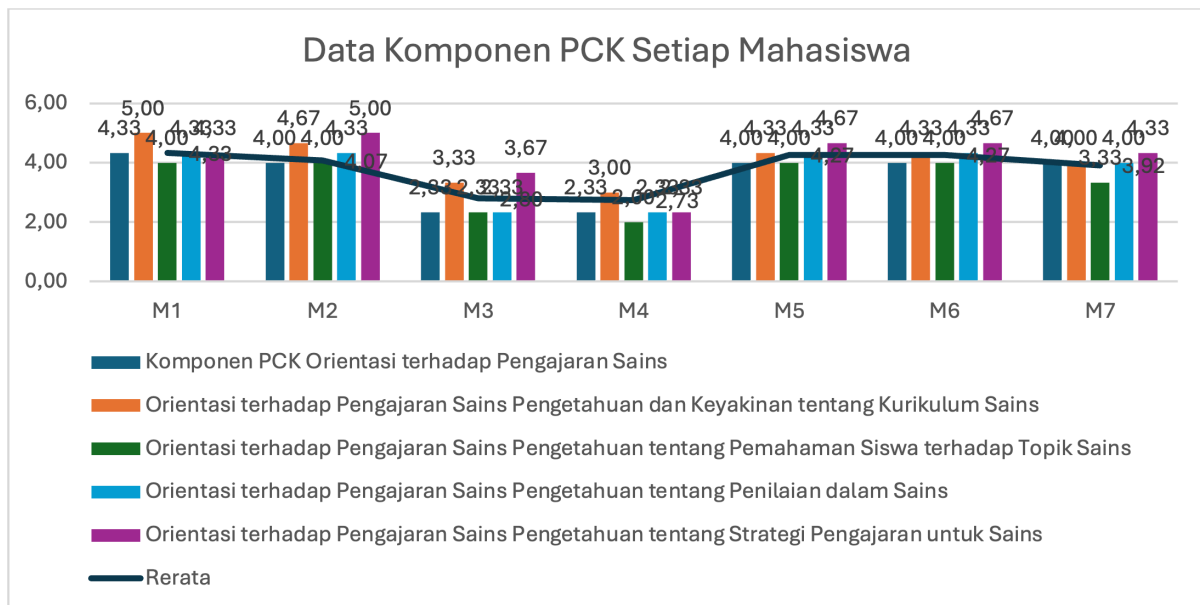
Seluruh data hasil observasi yang mencakup nilai masing-masing mahasiswa dan rerata per komponen disajikan pada Gambar 1.



**Gambar 1. Data Rerata Skor Komponen CK berdasarkan Kerangka Magnusson**

*Profil PCK Mahasiswa Secara Individu*

Selain menyajikan rata-rata skor berdasarkan komponen PCK, penelitian ini juga menganalisis profil PCK secara individual pada masing-masing mahasiswa. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui distribusi penguasaan setiap komponen PCK secara lebih rinci pada tiap peserta, sehingga dapat terlihat variasi performa antar individu. Hasil pengolahan data ini disajikan dalam Gambar 2, yang memperlihatkan nilai setiap mahasiswa pada lima komponen PCK sesuai kerangka Magnusson. Melalui penyajian ini, dapat diidentifikasi komponen mana yang cenderung lebih kuat atau lemah pada masing-masing mahasiswa, serta keseragaman atau ketimpangan penguasaan antar individu dalam aspek pedagogik dan konten.



**Gambar 2. Data Rerata Komponen PCK setiap Mahasiswa**

Hasil menunjukkan bahwa terdapat perbedaan skor antar mahasiswa. Mahasiswa M2 dan M7 memperoleh skor tinggi dan relatif merata di semua komponen PCK, sedangkan M4 dan M6 memiliki skor lebih rendah dibandingkan peserta lain. Mahasiswa lain menunjukkan pola variasi di mana skor lebih tinggi pada komponen strategi pengajaran dan kurikulum, tetapi lebih rendah pada pemahaman siswa dan asesmen.

## PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengungkap profil *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika pada mata kuliah PPL, berdasarkan lima komponen utama yang dikembangkan oleh Magnusson. Hasil observasi terhadap pelaksanaan *microteaching* menunjukkan adanya perbedaan signifikan dalam penguasaan PCK, baik antar komponen maupun antar individu mahasiswa. Temuan ini mengindikasikan bahwa kemampuan integratif antara konten dan pedagogi belum berkembang secara merata, melainkan cenderung terbentuk secara parsial pada aspek-aspek tertentu. Perbedaan ini mencerminkan adanya ketimpangan dalam strategi pengajaran yang diterapkan mahasiswa.

### *Komponen PCK*

Secara umum, komponen PCK yang paling tinggi penguasaannya adalah *pengetahuan tentang strategi pengajaran untuk topik sains* dengan rerata skor 4,57. Mahasiswa secara umum telah menunjukkan pemahaman dan keterampilan dalam memilih serta menerapkan strategi pembelajaran yang sesuai dengan topik fisika yang diajarkan. Penggunaan metode demonstrasi, diskusi kelompok, dan pendekatan kontekstual terlihat cukup dominan dalam praktik *microteaching*. Konsistensi penguasaan ini tercermin dari rendahnya standar deviasi antar mahasiswa pada komponen ini, menandakan bahwa hampir seluruh peserta telah memiliki pengalaman dan latihan yang serupa dalam aspek strategi pengajaran.

Komponen kedua yang memiliki rerata tinggi adalah *pengetahuan dan keyakinan tentang kurikulum sains*, dengan skor rata-rata 4,29. Mahasiswa mampu memahami struktur kurikulum, keterkaitan antar topik, serta mampu menuangkannya dalam RPP yang sesuai dengan prinsip pembelajaran abad 21. Namun demikian, dalam beberapa kasus, keterampilan mengaitkan materi dengan kondisi aktual dan kebutuhan belajar siswa masih perlu ditingkatkan agar pemahaman terhadap kurikulum bukan hanya bersifat prosedural, melainkan juga aplikatif.

Berbeda dengan dua komponen tersebut, dua komponen yang menempati posisi terendah adalah *pengetahuan tentang pemahaman siswa terhadap topik sains* dan *pengetahuan tentang penilaian dalam sains*, masing-masing dengan skor rerata 3,29. Mahasiswa belum banyak menampilkan kemampuan dalam mendeteksi miskonsepsi siswa, memberikan pertanyaan diagnostik, maupun menyesuaikan materi dengan gaya belajar yang bervariasi. Dalam hal penilaian, praktik asesmen masih dominan bersifat sumatif dan administratif, belum terlihat sebagai bagian dari proses pembelajaran yang mendalam dan berkelanjutan, sehingga pendekatan asesmen mereka belum sepenuhnya berorientasi pada refleksi proses belajar siswa. Hal ini menunjukkan bahwa dimensi reflektif dan responsif dari seorang guru masih perlu dikembangkan lebih jauh (Ebadi & Karami, 2024; Jing-Jing, 2014; Khanal et al., 2024).

Komponen *orientasi terhadap pengajaran sains* menempati skor rerata menengah yaitu 3,57, tetapi dengan standar deviasi tertinggi di antara seluruh komponen. Ini menandakan adanya variasi yang cukup tajam antar mahasiswa dalam hal orientasi mengajar. Beberapa mahasiswa telah menunjukkan orientasi pedagogis yang kuat, seperti menjadikan pembelajaran sebagai proses membangun pemahaman dan pengalaman bermakna, namun sebagian lainnya masih terlihat berorientasi pada penguasaan materi semata. Ketidakkonsistenan ini memperlihatkan bahwa pemahaman filosofis terhadap pendidikan sains masih berkembang secara gradual dan sangat dipengaruhi oleh pengalaman belajar masing-masing individu (Khanal et al., 2024).

### *Analisis PCK Individu Mahasiswa*

Analisis individu menunjukkan bahwa terdapat variasi yang signifikan dalam konteks penguasaan PCK. Mahasiswa M2 dan M7 memperlihatkan skor tinggi di hampir seluruh komponen. Hal ini mengindikasikan keseimbangan antara pemahaman kurikulum, strategi pembelajaran, serta orientasi pedagogis yang baik. Sebaliknya, mahasiswa dengan skor rendah lebih banyak menghadapi tantangan dalam memahami siswa dan asesmen.

M4 dan M6 menunjukkan skor yang lebih rendah pada hampir seluruh aspek, terutama dalam pemahaman siswa dan asesmen. Hal ini menandakan perlunya penguatan konseptual dan keterampilan mengajar praktikal agar mereka dapat lebih efektif dalam mendukung proses belajar siswa. Ketimpangan serupa juga terlihat pada mahasiswa yang cenderung lebih kuat dalam strategi pengajaran dan kurikulum tetapi masih lemah dalam aspek reflektif.

Mahasiswa M3 dan M5 menampilkan hasil yang baik pada bagian strategi dan kurikulum, tetapi cenderung lemah dalam kemampuan reflektif dan responsif terhadap proses belajar siswa. Artinya, mereka memiliki penguasaan konsep yang baik, namun perlu mengembangkan keterampilan dalam menganalisis dan menyesuaikan pendekatan mengajar dengan kebutuhan peserta didik. Hal ini mengindikasikan bahwa pengalaman praktik mengajar yang lebih luas dapat membantu mahasiswa dengan kemampuan seperti mereka untuk memahami respons siswa lebih mendalam.

Sementara itu, M1 menunjukkan profil yang sedang, dengan kebutuhan pengembangan lebih lanjut pada aspek orientasi dan penilaian. Hal ini menandakan bahwa meskipun memiliki dasar yang baik, masih diperlukan pembinaan agar dapat lebih memahami evaluasi formatif dan refleksi dalam mengajar. Kurangnya refleksi ini menjadi salah satu faktor yang perlu diperhatikan dalam perbaikan pembelajaran PPL.

### *Implikasi dan Rekomendasi*

Temuan ini memperlihatkan bahwa pendekatan seragam dalam pembinaan mahasiswa tidak selalu efektif karena masing-masing individu memiliki kecenderungan dan kebutuhan yang berbeda dalam mengembangkan PCK (Khanal et al., 2024; Nasar & Laka, 2024). Oleh karena itu, pelaksanaan PPL seharusnya tidak hanya menjadi sarana mengaplikasikan teori, tetapi juga sebagai ruang pembinaan individual yang berbasis refleksi dan umpan balik personal. Pendekatan diferensial dalam supervisi PPL dapat menjadi strategi penting untuk mengatasi ketimpangan penguasaan PCK antar mahasiswa (Shofani et al., 2022). Pemberian supervisi yang lebih adaptif dapat membantu mengatasi kelemahan mahasiswa dalam asesmen dan pemahaman siswa.

Lebih jauh, temuan ini juga menegaskan bahwa meskipun pendidikan di bangku perkuliahan telah berhasil membekali mahasiswa dengan kerangka dan perangkat pembelajaran yang sistematis, aspek-aspek yang lebih bersifat diagnostik dan evaluatif belum tergarap secara optimal. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian (Kind & Chan, 2019; Mensah & Attachie, 2024b; Ningsih et al., 2022; Suyamto et al., 2020), yang menyatakan bahwa calon guru sains cenderung unggul dalam penguasaan materi dan strategi, namun masih lemah dalam memahami proses berpikir siswa serta penggunaan asesmen formatif.

Dengan demikian, pengembangan kurikulum pendidikan guru perlu diarahkan pada upaya memperkuat pemahaman mahasiswa terhadap karakteristik belajar siswa serta penggunaan penilaian sebagai bagian dari proses belajar, bukan sekadar alat ukur hasil akhir. Diperlukan integrasi antara latihan asesmen formatif, studi kasus miskonsepsi, observasi kelas berbasis refleksi, dan pemodelan strategi pengajaran adaptif dalam kegiatan pembelajaran di kampus. Selain itu, penguatan orientasi pedagogis perlu dilakukan sejak dini agar calon guru memiliki nilai dan cara pandang yang lebih dalam terhadap peran pendidikan sains di masyarakat.

Secara teoritik, hasil penelitian ini tidak hanya mendukung keberlakuan kerangka Magnusson dalam menilai kesiapan mengajar calon guru, tetapi juga menunjukkan perlunya pendekatan pengembangan PCK yang lebih kontekstual, berlapis, dan responsif terhadap kebutuhan mahasiswa. Penelitian ini juga membuka peluang untuk studi lanjutan yang mengeksplorasi keterkaitan antara profil PCK dengan performa mengajar aktual di kelas, serta faktor-faktor yang memengaruhi ketimpangan penguasaan PCK antar individu, baik dari sisi pengalaman belajar, motivasi, maupun lingkungan praktik mengajar.

## **KESIMPULAN**

Penelitian ini menunjukkan bahwa penguasaan *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) mahasiswa pendidikan fisika selama pelaksanaan mata kuliah PPL belum merata pada semua komponen. Mahasiswa lebih menonjol dalam merancang dan menyampaikan strategi pengajaran serta memahami struktur kurikulum, namun masih kurang dalam mengenali cara berpikir siswa dan memanfaatkan penilaian sebagai bagian dari proses pembelajaran. Variasi individu dalam penguasaan PCK juga cukup terlihat, dengan beberapa mahasiswa menunjukkan keseimbangan antar komponen, sementara yang lain masih mengalami kesulitan dalam aspek reflektif dan responsif. Ketimpangan ini menegaskan pentingnya penguatan dimensi pedagogik berbasis siswa dalam pendidikan calon guru. Secara konseptual, hasil penelitian ini mendukung penerapan kerangka Magnusson secara menyeluruh

dan menyarankan perlunya pengembangan program pembelajaran yang lebih integratif dan kontekstual agar calon guru fisika memiliki kompetensi yang seimbang antara penguasaan konten dan pedagogi.

## REFERENSI

- Aliah, N., & Saddia, A. (2023a). Analisis Kemampuan Pedagogical Content Knowledge (PCK) Guru Fisika SMA/MA Berdasarkan Masa Kerja di Kabupaten Majene. *Science, and Technology (J-HEST)*, 5, 2685–1792. <https://doi.org/10.36339/j-hest.v5i2.98>
- Aliah, N., & Saddia, A. (2023b). Analisis Kemampuan Pedagogical Content Knowledge (PCK) Guru Fisika SMA/MA Berdasarkan Masa Kerja di Kabupaten Majene. *Science, and Technology (J-HEST)*, 5, 2685–1792. <https://doi.org/10.36339/j-hest.v5i2.98>
- Creswell, J. W. (2023). *Penelitian Kualitatif dan Desain Riset (II)*. Pustaka Pelajar.
- Ebadi, M., & Karami, Z. (2024). The Impact of Technology-Based Mathematics Education on The Development of Pedagogical Content Knowledge (PCK) Among Elementary Education Student - Teachers. *Interdisciplinary Studies in Education*, 3(4), 5–34.
- Jing-Jing, H. (2014). A critical review of Pedagogical Content Knowledge' components: nature, principle and trend. *International Journal of Education and Research*, 2(4), 411–424. [www.ijern.com](http://www.ijern.com)
- Khanal, B., Devkota, K. R., Acharya, K. P., Chapai, K. P. S., & Joshi, D. R. (2024). Evaluating the competencies of university teachers in content, pedagogical, and technological knowledge. *Cogent Education*, 11(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2360854>
- Kind, V., & Chan, K. K. H. (2019). Resolving the amalgam: connecting pedagogical content knowledge, content knowledge and pedagogical knowledge. *International Journal of Science Education*, 41(7), 964–978. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1584931>
- Mafa-Theledi, O. N. (2024). Teachers' Pedagogical Content Knowledge and Subject Matter Content Knowledge: Is the Framework Still Relevant in Teaching of STEM. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, VIII(IV), 836–846. <https://doi.org/10.47772/ijriss.2024.804061>
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, Sources, and Development of Pedagogical Content Knowledge For Science Teaching. In *PCK and Science Education* (pp. 95–132). Kluwer Academic Publishers.
- Mensah, E., & Attachie, G. (2024a). Influence of Academic and Professional Qualifications on the Content Knowledge, Pedagogical Knowledge and Pedagogical Content Knowledge of Lecturers. *Curriculum and Teaching*, 39(1), 45–63. <https://doi.org/10.7459/ct/390104>
- Mensah, E., & Attachie, G. (2024b). Influence of Academic and Professional Qualifications on the Content Knowledge, Pedagogical Knowledge and Pedagogical Content Knowledge of Lecturers. *Curriculum and Teaching*, 39(1), 45–63. <https://doi.org/10.7459/ct/390104>
- Mulhayatiah, D., Agnia, L. S., & Suhendi, H. Y. (2021). Analisis Kompetensi Pedagogical Content Knowledge Calon Guru Fisika Berdasarkan Instrumen CoRe dan PaP-eRs Pada Materi Gelombang Bunyi. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 12(1), 37–46. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v12i1.7912>
- Mulhayatiah, D., Sinaga, P., Rusdiana, D., Kaniawati, I., & Oktapiyani, O. (2022). Profil Awal Kemampuan PCK (Pedagogical Content Knowledge) Dan Kognitif Calon Guru Pada Pembelajaran Fisika Modern. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 10(2), 161. <https://doi.org/10.24127/jpf.v10i2.5751>

- Nasar, A., & Laka, A. F. (2024). Meningkatkan Keterampilan Mengajar Mahasiswa Pendidikan Fisika Melalui Hybrid Microteaching. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(2), 392–402.
- Ningsih, R. W., Lumbantobing, P. A., Farida, N., & Telaumbanua, I. M. S. (2022). Analisis Pedagogical Content Knowledge (PCK) Calon Guru PAUD. *Journal On Teacher Education*, 4(2), 1180–1189.
- Nuraeni, A., Nana, & Surahman, E. (2022). Pedagogical Content Knowledge (PCK) Mahasiswa Jurusan Pendidikan Fisika Dalam Mereduksi Miskonsepsi Peserta Didik Pada Materi Gerak Lurus. *ORBITA: Jurnal Hasil Kajian, Inovasi, Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 8(1), 1–9.
- Shofani, M., Fadllan, A., & Istikomah, I. (2022). Profil Kemampuan Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPaCK) Mahasiswa Pendidikan Fisika pada Kegiatan PPL. *Prosiding Seminar Nasional Lontar Physics Forum VI 2022*, 83–90.
- Shopie Azizah, D., Anjani Putri, D., & Mulhayatiah, D. (2021). Prospective Science Teacher TPACK Skills in Preparing the Lesson Plans. *Jurnal Geliga Sains: Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(2), 132. <https://doi.org/10.31258/jgs.8.2.132-139>
- Suyamto, J., Masykuri, M., & Sarwanto, S. (2020). ANALISIS KEMAMPUAN TPACK (TECHNOLGICAL, PEDAGOGICAL, AND CONTENT, KNOWLEDGE) GURU BIOLOGI SMA DALAM MENYUSUN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATERI SISTEM PEREDARAN DARAH. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 9(1), 46. <https://doi.org/10.20961/inkuiri.v9i1.41381>
- Tho, L. H. (2024). Perspectives Of EFLTeachers On Content Knowledge, Technological Content Knowledge, And Pedagogical Content Knowledge. *European Journal of English Language Teaching*, 9(5), 46–68. <https://doi.org/10.46827/ejel.v9i5.5663>
- Zulaiha, F. (2023). Analisis Technological Pedagogical Content Knowledge Calon Guru Fisika Pada Mata Kuliah Pendidikan Teknologi Dasar. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Fisika*, 3(1), 202. <https://doi.org/10.52434/jpif.v3i1.2825>