Jurnal Pendidikan MIPA
Volume 16. Nomor 5, Tahun 2026 | ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v16i5.5233

Profil Miskonsepsi Analisis Data Atmosfer dan Iklim pada Mahasiswa Calon Guru Fisika dalam Pembelajaran Berbasis Kasus

Lisa Sutami Suharlan

Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Pattimura

*Coresponding Author: suharlanlisa@gmail.com

Miskonsepsi analisis data atmosfer dan iklim menghambat calon guru fisika menjelaskan cuaca ekstrem, namun pemetaannya dengan tes diagnostik masih terbatas. Penelitian deskriptif eksploratif kuantitatif-kualitatif ini bertujuan mendeskripsikan profil miskonsepsi mahasiswa calon guru fisika setelah pembelajaran berbasis kasus serta mengidentifikasi polanya. Penelitian melibatkan 15 mahasiswa semester tiga pada mata kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi dan Antariksa Universitas Pattimura. Data dikumpulkan melalui tes diagnostik tiga tingkat sepuluh butir berbasis data. Hasil menunjukkan 72,0% respons paham konsep, 22,7% miskonsepsi (8,7% miskonsepsi sejati), dan 5,3% tidak paham konsep. Aspek paling dikuasai adalah interpretasi anomali, musim, dan pola hujan lokal (86,7%), sedangkan aspek paling lemah adalah penarikan kesimpulan korelasi dan signifikansi (46,7%). Ketidakpahaman konsep terkonsentrasi pada mekanisme fisis ENSO khususnya La Nina (26,7%). Miskonsepsi menonjol meliputi anggapan El Nino hanya mengubah suhu udara, korelasi menunjukkan sebab-akibat, serta hasil tidak signifikan berarti tidak ada pengaruh. Temuan ini menjadi dasar perancangan kasus berbasis data lokal untuk remediasi terarah

Kata Kunci: Miskonsepsi; Calon Guru Fisika; Pembelajaran Berbasis Kasus

This is an open access article under the CC - BY license.

PENDAHULUAN

Atmosfer dan iklim bumi merupakan sistem fisis yang kompleks, sehingga pemahaman yang benar tentang keduanya menjadi dasar untuk menjelaskan cuaca ekstrem, pemanasan global, dan perubahan iklim. Laporan penilaian keenam IPCC menegaskan bahwa pengaruh manusia telah menghangatkan atmosfer, lautan, dan daratan (IPCC, 2021) dan meningkatnya konsentrasi CO2 atmosfer menjadi salah satu pendorong utamanya (Nunes, 2023).Sektor pertanian, pasokan sumber daya air, serta stabilitas ekosistem di Indonesia kian terancam akibat dampak perubahan iklim. Hal ini ditandai oleh fluktuasi intensitas curah hujan yang sulit diprediksi, kenaikan suhu rata-rata, dan meningkatnya frekuensi cuaca ekstrem (Widya et al., 2025) .Pendidikan berbasis keberlanjutan menempatkan pengajaran ilmu kebumian sebagai pilar strategis dalam menghadapi tantangan tersebut. Melalui pemahaman mendalam tentang dinamika sistem bumi seperti siklus hidrologi, interaksi atmosfer, dan geologi tidak hanya dibekali literasi kebencanaan, tetapi juga dilatih berpikir kritis dalam merumuskan solusi mitigasi adaptif terhadap perubahan lingkungan (Vasconcelos & Orion, 2021). Guru bertindak sebagai jembatan yang mentransformasikan sains murni menjadi proses pembelajaran yang komunikatif di kelas. Hal ini mengimplikasikan bahwa kedalaman pemahaman mahasiswa calon guru mengenai fenomena atmosfer dan iklim menjadi faktor determinan dalam membentuk konsepsi dan literasi iklim para siswa yang kelak mereka bina.

Calon guru fisika pada mata kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi dan Antariksa (IPBA) menjadikan mata kuliah ini sebagai ruang utama untuk mempelajari konsep atmosfer dan iklim, misalnya neraca radiasi, efek rumah kaca, sirkulasi atmosfer, dan variabilitas curah hujan. Pemahaman konseptual semata belum memadai tanpa diimbangi keterampilan analisis data atmosfer dan iklim. Keterampilan ini melibatkan serangkaian tahapan sistematis, mulai dari menginterpretasi representasi data (seperti peta dan grafik deret waktu), mengidentifikasi pola tren serta anomali, mengkorelasikan fenomena yang teramati dengan mekanisme fisis yang relevan, hingga merumuskan serta mengkomunikasikan kesimpulan berdasarkan bukti empiris. Dalam pendidikan, guru memandang data observasi bumi sebagai sarana yang efektif untuk menggambarkan dampak perubahan iklim (Asimakopoulou et al., 2021). (Widya et al., 2025) mengembangkan e-modul perubahan iklim berbasis inkuiri terbimbing yang berpusat pada data tren curah hujan lokal, kemudian mengujicobakannya pada

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v16i5.5233

57 mahasiswa calon guru fisika di Indonesia. Hasilnya menunjukkan peningkatan hasil belajar kognitif dengan rerata skor *N-Gain* sebesar 0,71 (kategori tinggi), disertai capaian yang sangat tinggi pada seluruh dimensi keterampilan 4C serta peningkatan penalaran analitis, pemecahan masalah kontekstual, dan komunikasi ilmiah(Widya et al., 2025). Keterampilan dalam mengolah dan memanfaatkan informasi ilmiah berbanding lurus dengan kemampuan seseorang dalam mengambil keputusan yang tepat serta berbasis bukti terkait isu pemanasan global dan perubahan iklim (Kurup et al., 2021)

Berbagai studi empiris mengungkapkan bahwa penguasaan konsep terkait fenomena atmosfer di kalangan mahasiswa calon guru sains masih tergolong rendah dan belum memadai. mengevaluasi 265 mahasiswa calon guru sains di Indonesia dan menemukan bahwa mayoritas di antara mereka masih kesulitan menguraikan mekanisme efek rumah kaca secara detail, serta kerap mengalami miskonsepsi mengenai fenomena tersebut. Damayanti et al., (2023) mengidentifikasi kondisi serupa turut diidentifikasi pada calon pendidik sains di wilayah Ibu Kota Nusantara, yang masih memperlihatkan kekeliruan dalam memahami relasi sebab-akibat fenomena efek rumah kaca dan perumusan solusinya. Kesenjangan konsepsi seputar efek rumah kaca, pemanasan global, serta perubahan iklim ini nyatanya tidak hanya ditemukan pada calon guru, melainkan juga telah terdeteksi pada tingkat siswa kelas VII (Handayani & Triyanto, 2022) serta kesenjangan pengetahuan dan miskonsepsi tentang penyebab dan dampak perubahan iklim pada mahasiswa S1 di Ghana (Ofori et al., 2023). Hasil tinjauan sistematis menyimpulkan bahwa kemunculan miskonsepsi tidak hanya bersumber dari faktor internal peserta didik, melainkan juga dipicu oleh kesiapan guru yang kurang optimal, dominasi pendekatan pembelajaran berarah tunggal (*transmission–reception model*), materi yang lepas dari konteks nyata (*decontextualization*), serta minimnya pembekalan keterampilan riset (Guerra-Reyes et al., 2024). Kedua faktor terakhir tersebut berkaitan secara mendasar dengan keterampilan analisis data. Ketika materi ajaran terisolasi dari konteks riil dan tak didukung data faktual, peserta didik dapat mengalami hambatan kognitif dalam mengkorelasikan prinsip teoritis dengan fenomena empiris yang terjadi di lingkungan mereka.

Secara metodologis, studi-studi terdahulu dominan mengeksplorasi ranah konseptual dan perseptual subjek dengan mengandalkan kuesioner sebagai alat pengumpul data utama, sehingga cenderung membatasi kedalaman analisis fenomena yang diteliti Efwinda et al., (2024) misalnya, memakai angket dengan pertanyaan terbuka dan pernyataan pilihan ganda yang dianalisis secara deskriptif, lalu merekomendasikan agar dosen pendidikan membahas efek rumah kaca secara lebih rinci dan memastikan tidak ada miskonsepsi yang tersisa. Rekomendasi ini menegaskan peran dosen mata kuliah seperti IPBA, tetapi belum menjawab bagaimana mahasiswa bernalar ketika dihadapkan pada data atmosfer yang nyata. Studi-studi tersebut umumnya belum memisahkan miskonsepsi dari kurangnya pengetahuan. Tes diagnostik tiga tingkat menambahkan tingkat keyakinan pada jawaban dan alasan sehingga keduanya dapat dibedakan (Laeli et al., 2023). Arslan et al., (2012) mengembangkan tes tiga tingkat untuk miskonsepsi pemanasan global, efek rumah kaca, penipisan lapisan ozon, dan hujan asam pada calon guru dan menunjukkan bahwa tes satu atau dua tingkat dapat melebihkan persentase miskonsepsi. Pendekatan tes tiga tingkat juga telah dipakai pada calon guru fisika untuk konsep kalor oleh Ramadhan et al., (2026), tetapi sepanjang penelusuran literatur penulis belum diterapkan untuk mengungkap miskonsepsi dalam analisis data atmosfer dan iklim.

Terdapat kesenjangan antara harapan dan kenyataan, calon guru fisika diharapkan menguasai konsep atmosfer dan iklim sekaligus mampu menganalisis data untuk membangun penjelasan berbasis bukti. Faktanya, miskonsepsi masih terus dijumpai, dan penyelenggaraan pendidikan iklim di tingkat perguruan tinggi acap kali belum selaras dengan target ideal yang ditetapkan (Hindley, 2022). Guerra-Reyes et al., (2024) menunjukkan bahwa riset miskonsepsi paling sering menempatkan fisika sebagai bidang kajian utama, khususnya pada materi termodinamika, cahaya, dan radiasi. Konsep radiasi dan energi tersebut sangat esensial untuk memahami fenomena efek rumah kaca serta neraca radiasi bumi. Meskipun calon guru fisika diidealkan memiliki penguasaan konseptual yang memadai, kapasitas tersebut tidak serta-merta berbanding lurus dengan kemampuan mereka dalam menafsirkan data iklim secara tepat (Meekaew & Saenkum, 2025). Widya et al., (2025) juga menegaskan kebutuhan akan pembelajaran iklim yang responsif dalam pendidikan calon guru, yang memanfaatkan data lokal melalui pendekatan inkuiri. Oleh karena itu, pemetaan miskonsepsi dalam proses analisis data atmosfer dan iklim diperlukan sebagai dasar penyusunan intervensi instruksional yang relevan dan kontekstual.

Sebagai pendekatan instruksional yang berorientasi kontekstual, pembelajaran berbasis kasus (*case-based learning*, CBL) menyediakan ruang simulasi otentik yang melatih keterlibatan aktif mahasiswa dalam mengolah

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v16i5.5233

data dan merumuskan keputusan logis. Amelia et al., (2024) melaporkan bahwa CBL pada pembelajaran fisika di SMA meningkatkan keterampilan berpikir kritis (N gain 0,78 pada kelas eksperimen dan 0,52 pada kelas kontrol), termasuk indikator interpretasi dan analisis. Keunggulan CBL, menurut studi tersebut, terletak pada kemampuannya melibatkan peserta dalam skenario dunia nyata, mendorong kolaborasi, dan menumbuhkan penalaran reflektif. Pengintegrasian fenomena iklim riil ke dalam proses pembelajaran telah diteliti menggunakan pendekatan *argument-driven inquiry*, dengan fokus kajian pada peningkatan kapabilitas calon pendidik bidang sains Erenler et al., (2025) dan pendekatan berpikir sistem pada guru (Ignacio et al., 2024). Penyajian beragam informasi ilmiah juga dinilai membantu penerimaan terhadap pemanasan global (Ranney & Velautham, 2021). Skenario kontekstual seperti fenomena banjir akibat curah hujan ekstrem atau anomali temperatur dapat dikonstruksi menggunakan himpunan data lokal, sehingga menuntut mahasiswa untuk mengintegrasikan interpretasi data kuantitatif dengan penjelasan mekanisme fisisnya. Konteks lokal tersebut relevan bagi calon guru di wilayah kepulauan seperti Maluku. Guru yang diwawancarai oleh Asimakopoulou et al. (2021) melaporkan bahwa bencana alam lokal, seperti kebakaran hutan dan banjir, lebih akrab bagi siswa dibandingkan isu global seperti efek rumah kaca dan kenaikan permukaan laut. Kendati demikian, literatur terdahulu cenderung berfokus pada persepsi, capaian belajar, atau miskonsepsi konseptual, serta belum memetakan miskonsepsi yang muncul dalam proses analisis data atmosfer dan iklim pada calon guru fisika dalam kerangka pembelajaran berbasis kasus (*case-based learning*).

Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada pemetaan miskonsepsi analisis data atmosfer dan iklim pada mahasiswa calon guru fisika menggunakan tes diagnostik tiga tingkat dengan butir berbasis data, dalam perkuliahan IPBA berbasis kasus di wilayah kepulauan. Berdasarkan penelusuran literatur, kajian yang secara khusus memetakan miskonsepsi dalam proses analisis data atmosfer dan iklim pada calon pendidik fisika masih tergolong sangat terbatas. Secara teoritis, penelitian ini memperkaya literatur pendidikan iklim dengan gambaran miskonsepsi pada keterampilan menafsirkan data, bukan hanya pada pemahaman konsep. Secara praktis, profil empiris yang dihasilkan dapat menjadi landasan berbasis bukti (*evidence-based*) bagi dosen untuk mengonstruksi skenario kasus berbasis data lokal, merencanakan intervensi remediasi miskonsepsi yang presisi, serta memperkuat keterampilan analisis data mahasiswa. Tujuan penelitian ini adalah (1) mendeskripsikan profil miskonsepsi analisis data atmosfer dan iklim pada mahasiswa calon guru fisika setelah mengikuti pembelajaran berbasis kasus, berupa persentase kategori paham konsep, miskonsepsi, dan tidak paham konsep pada setiap aspek analisis data, dan (2) mengidentifikasi pola miskonsepsi tersebut berdasarkan alasan yang dipilih mahasiswa.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif-kualitatif dengan desain deskriptif eksploratif. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk menghitung persentase mahasiswa pada kategori paham konsep, miskonsepsi, dan tidak paham konsep pada setiap aspek analisis data. Pendekatan kualitatif digunakan untuk mengidentifikasi pola miskonsepsi berdasarkan pola jawaban dan alasan yang dipilih mahasiswa. Kombinasi analisis per aspek dan analisis kualitatif ini sejalan dengan penelitian (Ramadhan et al., 2026) pada calon guru fisika. Penelitian dilaksanakan di Universitas Pattimura pada semester ganjil Tahun 2026/2027 Subjek penelitian adalah satu kelas mahasiswa calon guru fisika semester 3 yang mengikuti mata kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi dan Antariksa (IPBA) dengan jumlah 15 orang. Jumlah populasi kecil, seluruh anggota kelas dilibatkan sebagai subjek (sampel jenuh), sehingga jumlah sampel sama dengan jumlah populasi, yaitu 15 mahasiswa

Penelitian dilaksanakan dalam tiga tahap. Pertama, tahap persiapan, peneliti mengkaji literatur tentang miskonsepsi, pembelajaran berbasis kasus, serta konsep cuaca dan iklim. Peneliti kemudian menentukan cakupan materi, yaitu seluruh materi cuaca dan iklim yang dipelajari pada semester tersebut. Selanjutnya, peneliti menyusun Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) berbasis analisis data dan tes diagnostik. LKM dan instrumen divalidasi oleh ahli. Berdasarkan hasil pengujian uji coba instrumen, instrumen tes dinyatakan valid dan reliabel sehingga layak digunakan, dengan rata-rata koefisien validitas r_{hitung} sebesar 0,50 serta nilai tertinggi mencapai 0,801 serta nilai reliabilitas Kuder-Richardson 20 (KR-20) sebesar 0,59 yang berada pada kategori konsistensi cukup/sedang. Kedua, tahap pembelajaran dilaksanakan dengan model pembelajaran berbasis kasus berbantuan LKM berbasis analisis data yang bersifat kontekstual untuk wilayah kepulauan. Kegiatan meliputi (1) penyajian kasus kontekstual terkait cuaca dan iklim, (2) pengolahan dan analisis data melalui LKM, (3) diskusi kelompok

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v16i5.5233

untuk menginterpretasi data dan merumuskan penjelasan ilmiah, serta (4) presentasi hasil dan refleksi bersama dosen. Ketiga, tahap identifikasi miskonsepsi, setelah seluruh materi dibelajarkan, mahasiswa mengerjakan tes diagnostik. Data jawaban dianalisis dan disajikan sebagai profil miskonsepsi.

Instrumen penelitian yang digunakan yaitu LKM dan tes diagnostik tiga tingkat (*three-tier test).* Tes diagnostik tiga tingkat merupakan pengembangan dari tes dua tingkat dengan penambahan tingkat keyakinan pada jawaban dan alasan (Ramadhan et al., 2026). Tingkat ketiga ini membantu membedakan miskonsepsi dari kurangnya pengetahuan (Laeli et al., 2023). Setiap butir terdiri atas tiga tingkat: (1) tingkat pertama berupa soal pilihan ganda (2) tingkat kedua berupa pilihan alasan atas jawaban tingkat pertama, dan (3) tingkat ketiga berupa tingkat keyakinan mahasiswa (yakin dan tidak yakin) terhadap jawaban dan alasannya.

Data dikumpulkan melalui tes diagnostik tiga tingkat yang diberikan kepada 15 mahasiswa setelah seluruh materi cuaca dan iklim dibelajarkan. Jawaban dikelompokkan ke dalam tiga kategori berdasarkan kombinasi jawaban, alasan, dan keyakinan, mengacu pada Ramadhan et al., (2026). Mereka menyederhanakan kategori dari berbagai studi tiga tingkat sebelumnya, di antaranya Arslan et al., (2012) Busyairi et al.,(2022) dan Tanggira et al., (2022).

Tabel 1. Kategori Pemahaman Konsep pada Tes Tiga Tingkat

Jawaban (Tingkat 1)	Alasan (Tingkat 2)	Keyakinan (Tingkat 3)	Kategori
Benar	Benar	Yakin	Paham Konsep (PK)
Benar	Salah	Yakin	Miskonsepsi (M): false positive
Salah	Benar	Yakin	Miskonsepsi (M): false negative
Salah	Salah	Yakin	Miskonsepsi (M): sejati
Benar	Benar	Tidak yakin	Tidak Paham Konsep (TPK)
Benar	Salah	Tidak yakin	Tidak Paham Konsep (TPK)
Salah	Benar	Tidak yakin	Tidak Paham Konsep (TPK)
Salah	Salah	Tidak yakin	Tidak Paham Konsep (TPK)

Pola jawaban salah–alasan benar–yakin (false negative) dan jawaban benar–alasan salah–yakin (false positive) dalam literatur tiga tingkat umumnya dibedakan dari miskonsepsi sejati yang ditandai pola salah–salah–yakin (Arslan et al., 2012). Oleh karena itu, kategori miskonsepsi (M) pada Tabel 1 diperlakukan sebagai definisi luas yang dirinci menjadi tiga subkategori, yaitu miskonsepsi sejati, false negative, dan false positive. Persentase pada Tabel 2–4 menggunakan definisi luas mengikuti pengkategorian (Febrianty et al., 2023)Ramadhan et al. (2026), sedangkan analisis sensitivitas dengan definisi ketat (hanya miskonsepsi sejati) dilaporkan pada bagian Hasil dan Pembahasan (Tabel 5). Persentase tiap kategori dihitung dengan rumus:

$$P = (f / N) \times 100\%$$

dengan P = persentase kategori, f = frekuensi jawaban pada kategori tertentu, dan N = jumlah seluruh respons pada aspek atau butir yang dianalisis (jumlah mahasiswa × jumlah butir; misalnya 15 × 10 = 150 respons untuk seluruh butir). Analisis dilakukan pada dua tingkat. Pertama, analisis per aspek analisis data untuk mengidentifikasi aspek yang paling dipahami dan yang paling banyak menimbulkan miskonsepsi. Kedua, analisis kualitatif terhadap pola alasan yang dipilih mahasiswa untuk mengidentifikasi bentuk miskonsepsinya. Hasilnya disusun sebagai profil miskonsepsi aspek analisis data

HASIL DAN PEMBAHASAN

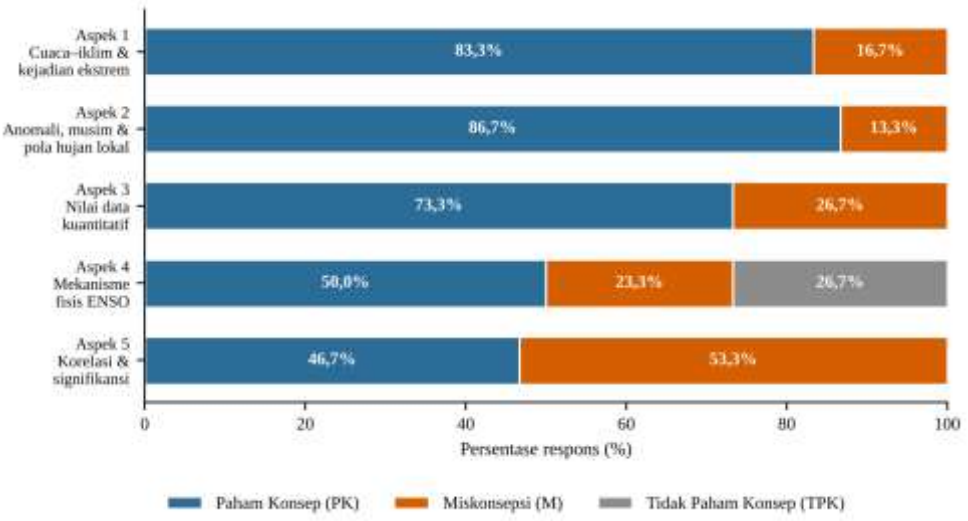
Tes diagnostik tiga tingkat yang terdiri atas 10 butir dikerjakan oleh 15 mahasiswa sehingga diperoleh 150 respons. Butir-butir tes dikelompokkan ke dalam lima aspek analisis data yang mengikuti tahapan keterampilan pada Pendahuluan, yaitu (1) membedakan konsep cuaca dan iklim serta menilai kejadian ekstrem (butir 1–2), (2) menginterpretasi anomali, musim, dan pola hujan lokal (butir 3–5), (3) membaca dan menghitung nilai data kuantitatif (butir 6–7), (4) mengaitkan data dengan mekanisme fisis ENSO (butir 8–9), dan (5) menarik kesimpulan dari korelasi dan signifikansi (butir 10). Secara keseluruhan, 108 respons (72,0%) tergolong paham konsep, 34 respon (22,7%) miskonsepsi (definisi luas, termasuk pola jawaban salah–alasan benar–yakin dan jawaban benar–alasan salah–yakin; analisis sensitivitas dengan definisi ketat disajikan pada Tabel 5), dan 8 respon (5,3%) tidak paham konsep. Profil per aspek disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 1.

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v16i5.5233

Tabel 2. Persentase kategori pemahaman konsep pada setiap aspek analisis data

No	Aspek analisis data	Butir	N respons	PK (%)	M (%)	TPK (%)
1	Membedakan konsep cuaca dan iklim serta menilai kejadian ekstrem	1–2	30	83,3	16,7	0,0
2	Menginterpretasi anomali, musim, dan pola hujan lokal	3–5	45	86,7	13,3	0,0
3	Membaca dan menghitung nilai data kuantitatif	6–7	30	73,3	26,7	0,0
4	Mengaitkan data dengan mekanisme fisis ENSO	8–9	30	50,0	23,3	26,7
5	Menarik kesimpulan dari korelasi dan signifikansi	10	15	46,7	53,3	0,0
	Seluruh butir	1–10	150	72,0	22,7	5,3

Persentase pada Tabel 2 dihitung dari jumlah respons seluruh butir penyusun aspek (15 mahasiswa × jumlah butir). Aspek yang paling dipahami mahasiswa adalah menginterpretasi anomali, musim, dan pola hujan lokal (PK 86,7%), diikuti membedakan konsep cuaca dan iklim (83,3%) serta membaca nilai data kuantitatif (73,3%). Proporsi paham konsep turun tajam pada aspek mekanisme fisis ENSO (50,0%) dan kesimpulan dari korelasi dan signifikansi (46,7%). Aspek terakhir sekaligus memuat miskonsepsi tertinggi (53,3%), meskipun aspek ini hanya diwakili satu butir (butir 10) sehingga status "paling lemah" perlu ditafsirkan dengan hati-hati. Adapun kategori tidak paham konsep hanya muncul pada aspek mekanisme fisis ENSO (26,7%), seluruhnya berasal dari butir 9. Pola ini memperlihatkan bahwa mahasiswa relatif kuat pada aspek yang menuntut pengenalan definisi dan pola, tetapi lebih rentan ketika harus menghubungkan data dengan mekanisme fisis dan menarik kesimpulan statistik. Temuan ini mendukung pernyataan Meekaew & Saenkum (2025) bahwa penguasaan konseptual calon guru tidak serta-merta berbanding lurus dengan kemampuan menafsirkan data iklim.



Gambar 1. Profil kategori pemahaman konsep mahasiswa pada lima aspek analisis data

Rincian per butir pada Tabel 3 menunjukkan bahwa tiga butir memiliki proporsi paham konsep di bawah 61%, yaitu butir 8 (60,0%), butir 10 (46,7%), dan butir 9 (40,0%). Butir 1, 3, 4, dan 5 relatif dikuasai dengan PK masing-masing 86,7%. Butir 10 memiliki miskonsepsi tertinggi (53,3%), disusul butir 8 (40,0%). Butir 9 memiliki karakter berbeda karena sebagian besar penyimpangannya berupa ketidakyakinan, yaitu 8 dari 15 mahasiswa (53,3%) berada pada kategori TPK disajikan sebagai berikut:

Tabel 3. Persentase kategori pemahaman konsep pada setiap butir

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v16i5.5233

Butir	Topik	PK (%)	M (%)	TPK (%)
1	Cuaca vs iklim	86,7	13,3	0,0
2	Kejadian ekstrem vs perubahan iklim	80,0	20,0	0,0
3	Anomali suhu	86,7	13,3	0,0
4	Musim kemarau	86,7	13,3	0,0
5	Pola hujan Ambon	86,7	13,3	0,0
6	Laju penurunan suhu terhadap ketinggian	73,3	26,7	0,0
7	Fase ENSO (anomali Nino 3.4)	73,3	26,7	0,0
8	El Nino dan dampaknya ke Indonesia	60,0	40,0	0,0
9	Dampak La Nina terhadap hujan	40,0	6,7	53,3
10	Korelasi dan signifikansi	46,7	53,3	0,0

Ketidakyakinan pada butir 9 patut dicermati karena tidak identik dengan jawaban yang salah. Dari delapan mahasiswa berkategori TPK, enam memilih jawaban yang benar dan empat di antaranya memilih jawaban sekaligus alasan yang benar, tetapi menyatakan menebak atau kurang yakin. Pada tes satu atau dua tingkat, keempat respons ini akan terbaca sebagai paham konsep. Tingkat keyakinan memperlihatkan bahwa pemahaman mereka tentang dampak La Nina yang beragam antarwilayah belum mantap, sejalan dengan fungsi tes tiga tingkat untuk membedakan miskonsepsi dari kurangnya pengetahuan (Laeli et al., 2023)

Analisis terhadap alasan yang dipilih mahasiswa menunjukkan bahwa dari 34 respons miskonsepsi, 18 respon (52,9%) berupa jawaban salah dengan alasan benar, 13 respon (38,2%) berupa jawaban dan alasan yang sama- sama salah, dan 3 respon (8,8%) berupa jawaban benar dengan alasan salah. Dalam literatur tiga tingkat, ketiga pola ini dibedakan menjadi miskonsepsi sejati (salah–salah–yakin), false negative (salah–benar–yakin), dan false positive (benar–salah–yakin); analisis sensitivitasnya disajikan pada Tabel 5. Sebanyak 23 respons miskonsepsi (67,6%) disertai keyakinan "sangat yakin", sehingga kesalahan tersebut bukan sekadar tebakan. Sebanyak 13 dari 15 mahasiswa mengalami miskonsepsi pada sedikitnya satu butir, dan hanya satu mahasiswa yang paham konsep pada seluruh butir. Pola miskonsepsi pada setiap butir dirangkum pada Tabel 4.

Tabel 4. Pola miskonsepsi berdasarkan jawaban dan alasan yang dipilih mahasiswa

Butir	Jawaban dan alasan yang dipilih	f	% (n = 15)	Bentuk miskonsepsi
1	Jawaban b (kondisi langit mendung selama seminggu sebagai iklim) dengan alasan 2 (iklim adalah rata-rata jangka panjang)	2	13,3	Definisi iklim disebut benar, tetapi kondisi mingguan masih dikategorikan sebagai iklim
2	Jawaban a (satu kejadian ekstrem membuktikan iklim berubah) dengan alasan 1 (kejadian ekstrem adalah peristiwa cuaca)	3	20,0	Satu kejadian ekstrem disamakan dengan perubahan iklim
3	Jawaban c (suhu setiap hari selalu 0,4 °C di atas normal) dengan alasan 1 (rata-rata menggabungkan banyak lokasi)	2	13,3	Anomali rata-rata digeneralisasi menjadi kondisi setiap hari
4	Jawaban a (tidak ada hujan sama sekali) dengan alasan 1	1	6,7	Kemarau dimaknai sebagai periode tanpa hujan
5	Jawaban b dengan alasan 4 (kemarau ditentukan suhu tinggi, bukan hujan)	1	6,7	Kemarau ditentukan oleh suhu, bukan curah hujan relatif
6	Jawaban d (Ambon tidak memiliki musim) dengan alasan 1	1	6,7	Pola hujan yang berbeda dari monsun umum dianggap tidak berpola
7	Jawaban b dengan alasan 2 (semua wilayah seharusnya mengikuti pola monsun yang sama)	1	6,7	Pola hujan dianggap seragam di seluruh Indonesia
8	Jawaban a (41 °C) dengan alasan 1 (turun 6,5 °C per km)	2	13,3	Penurunan suhu ditambahkan, bukan dikurangkan, dari suhu permukaan
9	Jawaban d (13 °C) dengan alasan 1	2	13,3	Besar penurunan suhu dianggap sebagai suhu pada ketinggian tersebut
10	Jawaban a (El Niño, 1 mahasiswa), c (Netral, 2), atau d (tidak dapat ditentukan, 1) dengan alasan 1 (nilai ≤ -0,5 adalah La Nina)	4	26,7	Ambang ±0,5 tidak diterapkan secara konsisten pada anomali -0,7 °C

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v16i5.5233

Butir	Jawaban dan alasan yang dipilih	f	% (n = 15)	Bentuk miskonsepsi
11	Jawaban b (2) atau c (4) dengan alasan 3 (El Nino hanya mengubah suhu udara, bukan sirkulasi atmosfer)	6	40,0	Perubahan suhu muka laut tidak dikaitkan dengan pergeseran konveksi dan sirkulasi atmosfer
12	Jawaban b dengan alasan 3 (El Nino dan La Nina selalu memberi efek yang sama di semua tempat)	1	6,7	Dampak ENSO dianggap seragam antarwilayah
13	Jawaban a (3), c (2), atau d (1) dengan alasan 2 (r positif berarti X menyebabkan hujan)	6	40,0	Korelasi disamakan dengan hubungan sebab-akibat
14	Jawaban c dengan alasan 3 (p besar berarti pengaruhnya pasti nol)	1	6,7	Hasil tidak signifikan dianggap bukti tidak ada pengaruh
15	Jawaban c dengan alasan 1 (p > 0,05 berarti tidak signifikan)	1	6,7	Alasan benar, tetapi disimpulkan bahwa X pasti tidak berpengaruh
	Jumlah respons miskonsepsi	34		22,7% dari 150 respons

Pola yang paling konsisten ditemukan pada butir 8 dan butir 10. Pada butir 8, keenam mahasiswa yang miskonsepsi memilih alasan yang sama, yaitu El Nino hanya mengubah suhu udara tanpa mengubah sirkulasi atmosfer, dan seluruhnya menyatakan sangat yakin. Alasan tersebut meniadakan mekanisme inti bahwa air yang lebih hangat memicu konveksi di lokasinya sehingga pusat pembentukan awan hujan bergeser. Konsistensi antara jawaban, alasan, dan keyakinan yang tinggi menandakan miskonsepsi yang tertanam kuat, bukan kekeliruan sesaat, sehingga perlu penanganan yang menantang konsepsi tersebut secara eksplisit. Kekeliruan dalam memahami relasi sebab-akibat pada fenomena atmosfer juga dilaporkan pada calon pendidik sains lain (Damayanti et al., 2023)

Pada butir 10, enam dari delapan mahasiswa miskonsepsi memilih alasan bahwa r positif berarti X menyebabkan hujan, dan seluruhnya sangat yakin. Selain itu, empat mahasiswa memilih jawaban c, yaitu menyimpulkan bahwa X pasti tidak berpengaruh. Dua di antaranya beralasan bahwa p yang besar berarti pengaruhnya pasti nol atau p > 0,05 berarti tidak signifikan (hasil tidak signifikan dianggap bukti tidak ada pengaruh), sedangkan dua lainnya memilih alasan bahwa r positif berarti X menyebabkan hujan sehingga termasuk dalam enam respons dengan alasan tersebut. Kedua pola tersebut berlawanan arah, yaitu membaca korelasi terlalu jauh dan menolak adanya hubungan terlalu cepat, tetapi berakar pada pemahaman yang sama bahwa nilai r dan p belum dipahami sebagai bukti yang terbatas oleh jumlah data. Data yang digunakan hanya 10 tahun, sehingga kesimpulan yang tepat adalah data belum cukup untuk menyimpulkan. Temuan ini sejalan dengan tinjauan Guerra-Reyes et al., (2024) yang mengaitkan kemunculan miskonsepsi dengan minimnya pembekalan keterampilan riset.

Pada butir 1 sampai 7, sebagian besar miskonsepsi berupa jawaban salah dengan alasan benar, bahkan seluruh 8 respons miskonsepsi pada butir 6 dan 7 memilih alasan yang benar. Pada butir 6, tidak ada mahasiswa yang memilih alasan bahwa makin tinggi tempat semakin dekat dengan Matahari. Kesalahannya terletak pada penerapan perhitungan, yaitu menambahkan penurunan suhu pada suhu permukaan (41 °C) atau melaporkan besar penurunan sebagai suhu akhir (13 °C). Pada butir 7, mahasiswa memilih alasan bahwa nilai ≤ −0,5 menunjukkan La Nina, tetapi tidak memilih La Nina sebagai fase. Ketidaksesuaian ini menunjukkan bahwa prinsip dikenali, tetapi belum diterapkan secara cermat pada data. Tes tiga tingkat tidak dapat memastikan penyebabnya, apakah ketidaktelitian membaca opsi, kesalahan hitung, atau pemahaman yang belum utuh, sehingga wawancara lanjutan diperlukan untuk memastikannya.

Mengingat pola salah–benar–yakin (18 respons) dan benar–salah–yakin (3 respons) dalam literatur tiga tingkat umumnya dibedakan dari miskonsepsi sejati, dilakukan analisis sensitivitas terhadap definisi miskonsepsi (Tabel 5). Dengan definisi luas yang digunakan pada Tabel 2–4, miskonsepsi berjumlah 34 respons (22,7%). Dengan definisi ketat yang hanya menghitung pola salah–salah–yakin, miskonsepsi sejati berjumlah 13 respons (8,7%), sedangkan 21 respons lainnya (14,0%) berupa false negative (12,0%) dan false positive (2,0%) yang lebih menunjukkan ketidaktelitian atau ketidakkonsistenan dalam menerapkan konsep. Dengan demikian, angka 22,7% merupakan batas atas proporsi miskonsepsi, sedangkan miskonsepsi sejati yang disertai keyakinan tinggi pada pola salah–salah–yakin adalah 8,7%. Persentase paham konsep (72,0%) dan tidak paham konsep (5,3%) tidak berubah oleh perbedaan definisi, disajikan sebagai berikut:

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v16i5.5233

Tabel 5. Analisis sensitivitas definisi miskonsepsi pada seluruh respons (N = 150)

Kategori	Pola (jawaban–alasan–keyakinan)	f	% (N = 150)
Paham konsep (PK)	Benar–Benar–Yakin	108	72,0
Miskonsepsi sejati	Salah–Salah–Yakin	13	8,7
Miskonsepsi: false negative	Salah–Benar–Yakin	18	12,0
Miskonsepsi: false positive	Benar–Salah–Yakin	3	2,0
Tidak paham konsep (TPK)	Semua pola dengan keyakinan "tidak yakin"	8	5,3
Jumlah		150	100,0

Implikasinya, remediasi tidak perlu seragam. Aspek mekanisme fisis ENSO dan penarikan kesimpulan dari korelasi memerlukan kasus yang menentang konsepsi secara langsung, misalnya mengkorelasikan data curah hujan lokal Ambon dengan indeks Nino 3.4 pada rentang tahun yang berbeda, lalu meminta mahasiswa menilai signifikansi dan batas kesimpulannya. Pendekatan ini selaras dengan pemanfaatan data curah hujan lokal dalam pembelajaran inkuiri yang dilaporkan Widya et al., (2025) dan dengan potensi pembelajaran berbasis kasus untuk melatih berpikir kritis (Amelia et al., 2024). Sementara itu, ketidaktelitian pada butir kuantitatif dapat ditangani melalui latihan memeriksa kewajaran hasil perhitungan. Secara keseluruhan, penafsiran atas hasil penelitian ini perlu dilakukan secara cermat mengingat keterbatasan sampel yang berfokus pada satu kelas (n= 15) dengan desain pasca pembelajaran (*post-test only*). Keterbatasan lain adalah bahwa aspek penarikan kesimpulan hanya diwakili satu butir dan kategori miskonsepsi pada Tabel 1 menggunakan definisi luas (lihat Tabel 5). Temuan ini pada dasarnya menyajikan gambaran kontekstual mengenai profil mahasiswa pada kelas tersebut, namun belum dapat digeneralisasi untuk menguji efektivitas atau hubungan kausalitas dari pembelajaran berbasis kasus. Oleh karena itu, penelitian lanjutan dengan desain eksperimen yang melibat kelompok kontrol serta ukuran sampel yang lebih luas sangat direkomendasikan

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, profil miskonsepsi analisis data atmosfer dan iklim pada 15 mahasiswa calon guru fisika menunjukkan bahwa 72,0% respons tergolong paham konsep, 22,7% miskonsepsi (dengan 8,7% di antaranya miskonsepsi sejati), dan 5,3% tidak paham konsep. Mahasiswa paling menguasai aspek menginterpretasi anomali, musim, dan pola hujan lokal (PK 86,7%) serta membedakan konsep cuaca dan iklim (PK 83,3%), namun paling lemah pada aspek penarikan kesimpulan dari korelasi dan signifikansi statistik (PK 46,7%; M 53,3%), sementara ketidakpahaman konsep terkonsentrasi pada aspek mekanisme fisis ENSO khususnya dampak La Nina (TPK 26,7%). Pola miskonsepsi utama yang teridentifikasi meliputi anggapan bahwa El Nino hanya mengubah suhu udara tanpa memengaruhi sirkulasi atmosfer, korelasi positif pasti menunjukkan hubungan sebab-akibat, serta hasil yang tidak signifikan dianggap bukti tidak ada pengaruh sama sekali. Temuan ini menjadi landasan berbasis bukti bagi dosen untuk merancang skenario pembelajaran berbasis kasus (*case-based learning*) dan intervensi remediasi berbasis data lokal secara lebih terarah, dengan saran penelitian lanjutan menggunakan sampel yang lebih besar.

Daftar Pustaka

Amelia, R., Sukroyanti, B. A., & Prayogi, S. (2024). The impact of case-based learning on students' critical thinking: Insights from an experimental study. *Lensa: Jurnal Kependidikan Fisika*, *12*(2), 244–259. https://doi.org/10.33394/j-lkf.v12i2.13371

Arslan, H. O., Cigdemoglu, C., & Moseley, C. (2012). A three-tier diagnostic test to assess pre-service teachers' misconceptions about global warming, greenhouse effect, ozone layer depletion, and acid rain. *International Journal of Science Education*, *34*(11), 1667–1686. https://doi.org/10.1080/09500693.2012.680618

Asimakopoulou, P., Nastos, P., Vassilakis, E., Hatzaki, M., & Antonarakou, A. (2021). Earth observation as a facilitator of climate change education in schools: The teachers' perspectives. *Remote Sensing*, *13*(8), 1587. https://doi.org/10.3390/rs13081587

Busyairi, A., Munandar, R., Apsari, P. A. D., Wahyuni, A., Nurhasanah, N., Arni, K. J., Walihah, Z., & Diarta, M. H. (2022). Identification of Prospective Physics Teacher's Misconceptions of Temperature and Heat

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v16i5.5233

concept Using the Three Tier Test. *AMPLITUDO: Journal of Science and Technology Innovation*, *1*(2), 48–53. https://doi.org/10.56566/amplitudo.v1i2.9

Damayanti, P., Efwinda, S., & Junus, M. (2023). Perceptions of pre-service science teachers in Nusantara Capital City about the greenhouse effect. *Jurnal Pendidikan Sains (JPS)*, *11*(1), 9–20. https://doi.org/10.26714/jps.11.1.2023.9-20

Efwinda, S., Hakim, A., Meriza, N., Hardinata, A., & Latip, A. (2024). Perceptions of pre-service science teachers in Indonesia about the greenhouse effect (GHE). *Jurnal Pendidikan Dan Pengajaran*, *57*(1). https://doi.org/10.23887/jpp.v57i1.69237

Erenler, S., Cetin, P. S., & Eymur, G. (2025). Impact of argument-driven inquiry activities on pre-service science teachers' views of the nature of scientific inquiry in the context of climate change education. *Science & Education*, *34*(4), 2251–2281. https://doi.org/10.1007/s11191-024-00512-4

Febrianty, W., Saputra, R. D., Amri, H. Al, Rahmat, F. N., Handayani, R. D., & Putra, P. D. A. (2023). Eksplorasi Konsep Fisika Kesetimbangan Benda Tegar Pada Permainan Tradisional Engklek Sebagai Bahan Pembelajaran Fisika. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, *7*(1), 109–120. https://doi.org/10.37478/optika.v7i1.2761

Guerra-Reyes, F., Guerra-Dávila, E., Naranjo-Toro, M., Basantes-Andrade, A., & Guevara-Betancourt, S. (2024). Misconceptions in the learning of natural sciences: A systematic review. *Education Sciences*, *14*(5), 497. https://doi.org/10.3390/educsci14050497

Handayani, R. A. D., & Triyanto, T. (2022). Seventh-grade students' conceptions of climate change, global warming, and the greenhouse effect. *Journal of Geoscience Education*, *70*(4), 490–500. https://doi.org/10.1080/10899995.2021.1989941

Hindley, A. (2022). Understanding the gap between university ambitions to teach and deliver climate change education. *Sustainability*, *14*(21), 13823. https://doi.org/10.3390/su142113823

Ignacio, J. T. S., Gotangco Gonzales, C. K., & Lee-Chua, Q. (2024). A systems thinking approach to e-learning on climate change: Capacity-building for junior high school teachers in the Philippines. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, *15*(3), 409–424. https://doi.org/10.1108/IJDRBE-02-2023-0022

IPCC. (2021). *Climate change 2021: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (V. Masson-Delmotte, Ed.). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009157896

Kurup, P. M., Levinson, R., & Li, X. (2021). Informed-decision regarding global warming and climate change among high school students in the United Kingdom. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, *21*(1), 166–185. https://doi.org/10.1007/s42330-020-00123-5

Laeli, C. M. H., Gunarhadi, & Muzzazinah. (2023). The 3 Tiers Multiple-Choice Diagnostic Test for Primary Students' Science Misconception. *Pegem Journal of Education and Instruction*, *13*(2), 103–111. https://doi.org/10.47750/pegegog.13.02.13

Meekaew, N., & Saenkum, D. (2025). Bridging policy and practice in climate change education: Evidence from Northeast Thailand. *Frontiers in Education*, *10*. https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1561574

Nunes, L. J. R. (2023). The rising threat of atmospheric CO2: A review on the causes, impacts, and mitigation strategies. *Environments*, *10*(4), 66. https://doi.org/10.3390/environments10040066

Ofori, B. Y., Ameade, E. P. K., Ohemeng, F., Musah, Y., Quartey, J. K., & Owusu, E. H. (2023). Climate change knowledge, attitude and perception of undergraduate students in Ghana. *PLOS Climate*, *2*(6). https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000215

Ramadhan, T. M. H., Mustari, A., Mustika, C. R., & Haya, F. (2026). Misconceptions of Prospective Physics Teachers in Heat Concepts: Implementation of Three-Tier Diagnostic Tests (TTDT). *Jurnal Kajian Pendidikan IPA*, *6*(1), 50–62. https://journal.uniga.ac.id/index.php/jkpi/article/download/43204/2954

ISSN: 2088-0294 | e-ISSN: 2621-9166
https://doi.org/10.37630/jpm.v16i5.5233

Ranney, M. A., & Velautham, L. (2021). Climate change cognition and education: Given no silver bullet for denial, diverse information-hunks increase global warming acceptance. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, *42*, 139–146. https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2021.08.001

Tanggira, T., Subagiyo, L., & Hakim, A. (2022). High School Students' Misconceptions on Materials of Temperature and Heat Using Three-Tier Diagnostic Tests Assisted by Live Worksheets. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, *10*(1), 24–33. https://doi.org/10.20527/bipf.v10i1.11378

Vasconcelos, C., & Orion, N. (2021). Earth science education as a key component of education for sustainability. *Sustainability*, *13*(3), 1316. https://doi.org/10.3390/su13031316

Widya, H., Nurhamidah, & Jhoni, M. (2025). Development of a climate change e-module through analysis of rainfall trends and patterns to enhance the 4C skills of prospective physics teachers. *Jurnal Ilmu Fisika Dan Pembelajarannya*, *9*(2), 122–134. https://jurnal.radenfatah.ac.id/index.php/jifp/article/view/31389