

Analisis Pemahaman Awal Dengan Taksonomi SOLO dan Kesiapan Kognitif Siswa Pada Materi Sistem Gerak Manusia

Ikwan Wahyudi^{1*}, Linda Kharisma Cahyawati²

¹SD Negeri Bubulan II Bubulan, Bojonegoro, Jawa Timur, Indonesia.

²IKIP PGRI Bojonegoro, Bojonegoro, Jawa Timur, Indonesia.

*Corresponding author : ikwan.wahyudi37@guru.sd.belajar.id

Penerbit

FKIP Universitas
Timor, NTT-
Indonesia

ABSTRAK

Pemahaman awal dan kesiapan kognitif siswa sekolah dasar pada materi sistem gerak manusia perlu dipetakan secara komprehensif sebagai dasar perancangan pembelajaran. Penelitian ini bertujuan menganalisis pemahaman awal siswa dengan taksonomi SOLO serta mendeskripsikan kesiapan kognitif pada materi sistem gerak manusia. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan subjek penelitian adalah semua siswa kelas VI SD Negeri Bubulan II tahun ajaran 2025/2026 yang berjumlah 11 orang. Data diperoleh melalui tes diagnostik dan angket kesiapan kognitif, kemudian dianalisis dengan taksonomi SOLO dan dipadukan dalam matriks integratif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemahaman awal siswa didominasi pada level unistruktural dan multistruktural, hanya sebagian kecil mencapai relasional, dan tidak ada yang mencapai extended-abstract. Sementara itu, sebagian besar siswa memiliki kesiapan kognitif tinggi dan sisanya sedang, tanpa ada yang tergolong rendah. Integrasi pemahaman awal dan kesiapan kognitif memperlihatkan variasi profil belajar, termasuk siswa dengan kesiapan tinggi namun pemahaman masih rendah maupun sebaliknya. Temuan ini menegaskan bahwa integrasi pemahaman awal dan kesiapan kognitif memberikan dasar empiris untuk perancangan strategi pembelajaran yang sesuai kebutuhan siswa, sehingga dapat mengembangkan pemahaman mendalam.

Kata kunci: Kesiapan Kognitif, Pemahaman Awal, Sistem Gerak Manusia, Taksonomi SOLO



This PSH : Prosiding Pendidikan Sains dan Humaniora is licensed under a CC BY-NC-SA ([Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/))

PENDAHULUAN

Pembelajaran abad ke-21 menuntut tercapainya pemahaman yang lebih dari sekadar mengingat informasi faktual. Orientasi pendidikan saat ini diarahkan pada pembelajaran yang menekankan keterhubungan konsep, kemampuan analisis, refleksi, dan aplikasi pada situasi baru (Kramer *et al.*, 2024; Paul *et al.*, 2023; Xu *et al.*, 2024). Agar pembelajaran dapat berlangsung efektif, guru perlu mengetahui kesiapan belajar kognitif siswa sejak awal. Kesiapan kognitif menjadi faktor penting karena mencakup pengetahuan awal, strategi metakognitif, efikasi diri, hingga regulasi stress yang semuanya berpengaruh terhadap bagaimana siswa mampu mengolah informasi baru (Aidman 2020; Crameri *et al.*, 2019). Tanpa pemetaan kesiapan yang memadai, pembelajaran berisiko tidak sesuai dengan kebutuhan aktual siswa sehingga sulit mencapai kedalaman yang diharapkan (Dong *et al.*, 2020).

Penelitian terdahulu telah menunjukkan pentingnya tes diagnostik untuk mengungkap pengetahuan awal siswa (Putri *et al.*, 2017; Sholeh, 2021), sekaligus penggunaan angket kesiapan belajar kognitif yang mendukung keberhasilan belajar (Crameri *et al.*, 2019; Zafar *et al.*, 2024). Tes diagnostik memberikan gambaran tentang posisi awal siswa dalam penguasaan konsep, sedangkan angket memungkinkan pemetaan aspek motivasional dan regulasi diri. Integrasi kedua instrumen tersebut memberikan potret yang lebih utuh tentang kesiapan siswa mengikuti pembelajaran (Dong *et al.*, 2020; Lestari *et al.*, 2023). Dengan demikian, kombinasi tes diagnostik dan angket kesiapan kognitif dapat menjadi fondasi penting untuk merancang intervensi pedagogis yang adaptif.

Konteks penelitian ini berangkat dari kondisi nyata di SD Negeri Bubulan II, khususnya kelas VI, yang menunjukkan keragaman pemahaman siswa terhadap materi sistem gerak manusia. Hasil pengamatan awal memperlihatkan bahwa sebagian siswa hanya mampu menyebutkan organ gerak tanpa memahami keterkaitannya. Kondisi tersebut serupa dengan temuan penelitian tentang miskonsepsi IPA pada siswa SD (Laeli *et al.*, 2020; Magdalena *et al.*, 2023). Sementara itu, sebagian siswa lain sudah dapat menghubungkan konsep organ gerak dengan aktivitas sehari-hari. Variasi ini menunjukkan adanya perbedaan kesiapan belajar yang nyata, sehingga guru perlu memiliki dasar empiris untuk merancang strategi pembelajaran yang adaptif dan berdiferensiasi agar dapat menjembatani kesenjangan antar profil siswa (McGrew, 2021; Zafar *et al.*, 2024).

Pembelajaran sistem gerak manusia merupakan salah satu bagian yang esensial karena tidak hanya berkaitan dengan aspek pengetahuan biologis, tetapi juga memiliki keterhubungan langsung dengan pengalaman sehari-hari siswa, seperti berjalan, berlari, atau berolahraga.

Namun, kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa pemahaman siswa terhadap materi ini masih sering bersifat dangkal, yaitu terbatas pada hafalan istilah tanpa mengaitkannya dengan fungsi fisiologis maupun aplikasi nyata (Fancovicova & Prokop, 2019). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa capaian belajar siswa lebih banyak berhenti pada level permukaan, sementara pembelajaran abad ke-21 menuntut berkembangnya pemahaman mendalam (*deep learning*) yang menekankan keterpaduan konsep, kemampuan berpikir kritis, dan kemandirian belajar (Budhiarti *et al.*, 2025).

Untuk menganalisis kualitas pemahaman awal siswa, penelitian ini menggunakan taksonomi SOLO (*Structure of Observed Learning Outcomes*). SOLO dipilih karena mampu menilai struktur pemahaman siswa secara bertingkat, mulai dari prastruktural, unistruktural, multistruktural, relasional, hingga *extended-abstract* (Claudia *et al.*, 2020; Putri *et al.*, 2017). Dibandingkan taksonomi lainnya seperti Taksonomi Bloom yang lebih berorientasi pada kategorisasi tujuan pembelajaran, SOLO menekankan evaluasi terhadap kualitas jawaban nyata siswa (Arceo, 2024; Durak & Uslu, 2022). Dengan demikian, SOLO lebih tepat digunakan dalam konteks penelitian ini yang bertujuan menelaah tingkat kedalaman pemahaman awal berdasarkan data empiris, bukan sekadar klasifikasi tujuan pembelajaran (Kaharuddin & Hajeniati, 2020).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini difokuskan untuk menganalisis pemahaman awal siswa kelas VI SD Negeri Bubulan II mengenai sistem gerak manusia dengan menggunakan taksonomi SOLO dan mendeskripsikan kesiapan belajar kognitif. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi praktis bagi guru dalam merancang pembelajaran mendalam yang sesuai dengan profil kesiapan siswa, sekaligus memberikan sumbangan teoretis dalam pengembangan kajian tentang integrasi analisis kognitif dan disposisi belajar dalam pendidikan biologi di tingkat sekolah dasar.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan dukungan analisis kuantitatif sederhana. Pendekatan ini dipilih karena tujuan utama penelitian adalah menggambarkan dan memaknai pemahaman awal siswa yang dianalisis dengan taksonomi SOLO serta kesiapan belajar kognitif siswa pada materi sistem gerak manusia, sejalan dengan Brabrand & Dahl (2009) bahwa pemetaan pemahaman konsep memerlukan analisis terhadap kualitas representasi siswa, bukan sekadar kuantifikasi hasil. Analisis yang dilakukan lebih menekankan pada kualitas struktur jawaban siswa berdasarkan kerangka taksonomi SOLO

(*Structure of Observed Learning Outcomes*) serta makna yang terkandung di dalamnya (Arceo, 2024), sedangkan angka berupa frekuensi hanya sebagai penunjang deskripsi sebagaimana praktik serupa dalam kajian SOLO pada konteks pendidikan dasar (Kaharuddin & Hajeniati, 2020). Penelitian dilakukan dengan subjek adalah seluruh siswa kelas VI SD Negeri Bubulan II yang berjumlah 11 orang.

Pengumpulan data dilaksanakan pada awal semester ganjil tahun ajaran 2025/2026 dengan durasi satu minggu. Data dikumpulkan melalui dua instrumen, yaitu tes diagnostik pemahaman awal dan angket kesiapan kognitif (*cognitive readiness/CR*). Tes diagnostik berbentuk lima soal uraian untuk menilai tingkat pemahaman awal siswa mengenai sistem gerak manusia. Analisis jawaban menggunakan taksonomi SOLO yang mengklasifikasikan pemahaman ke dalam lima level, mulai dari prastruktural hingga *extended-abstract* (Putri *et al.*, 2017). Sementara itu, angket kesiapan kognitif dengan skala likert 1-4 mengacu pada kerangka operasional oleh Crameri *et al.* (2019) yang mencakup kesiapan pengetahuan awal, metakognisi, pemikiran kritis, efikasi diri, locus kendali, kesadaran situasional, dan regulasi stres. Proses pengumpulan data dimulai dengan pemberian tes diagnostik, pengisian angket, dan diakhiri dengan klarifikasi lisan secara singkat terhadap beberapa jawaban siswa untuk memastikan kesesuaian makna antara jawaban tertulis dengan maksud siswa agar meningkatkan keabsahan data kualitatif.

Teknik analisis data dilakukan melalui tiga tahap. Pertama, jawaban tes diagnostik dikodekan sesuai taksonomi SOLO untuk mengetahui distribusi tingkat pemahaman awal siswa terkait materi sistem gerak, dengan acuan analisis dari Putri *et al.* (2017). Kedua, skor angket kesiapan kognitif (CR) dihitung dan dikategorikan menjadi tinggi ($X \geq \text{mean} + \text{SD}$), sedang ($\text{mean} - \text{SD} \leq X < \text{mean} + \text{SD}$), dan rendah ($X < \text{mean} - \text{SD}$) mempertimbangkan distribusi rata-rata, mengacu pada kerangka operasional oleh Crameri *et al.* (2019) dan diperluas melalui konsep *cognitive fitness* oleh Aidman (2020). Ketiga, hasil kedua instrumen dipadukan dalam matriks integratif yang menampilkan variasi profil siswa berdasarkan pemahaman awal (SOLO) dan kesiapan kognitif (CR), sejalan dengan pendekatan diagnosis integratif dalam pembelajaran sains (McGrew, 2021; Xu *et al.*, 2024). Keabsahan hasil penelitian diperkuat melalui triangulasi sumber, yakni dengan mengombinasikan data tes diagnostik dan angket kesiapan kognitif, serta klarifikasi jawaban siswa untuk meminimalkan bias interpretasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemahaman awal siswa pada materi sistem gerak manusia dilakukan dengan analisis terhadap jawaban tes diagnostik kognitif. Analisis kualitas jawaban siswa dilakukan dengan menggunakan taksonomi SOLO (*structure of observed learning outcomes*). Hasil analisis jawaban siswa pada tes diagnostik memperlihatkan variasi tingkat pemahaman awal mengenai sistem gerak manusia. Hasil analisis level pemahaman awal siswa pada materi sistem gerak manusia tersebut disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Ringkasan analisis level pemahaman awal berdasarkan taksonomi SOLO

Kode Siswa	Soal 1	Soal 2	Soal 3	Soal 4	Soal 5	Dominasi SOLO
S01	SOLO-3	SOLO-3	SOLO-2	SOLO-2	SOLO-3	SOLO-3
S02	SOLO-1	SOLO-1	SOLO-1	SOLO-2	SOLO-1	SOLO-1
S03	SOLO-4	SOLO-4	SOLO-3	SOLO-4	SOLO-4	SOLO-4
S04	SOLO-1	SOLO-1	SOLO-1	SOLO-1	SOLO-2	SOLO-1
S05	SOLO-3	SOLO-2	SOLO-2	SOLO-2	SOLO-3	SOLO-2
S06	SOLO-2	SOLO-2	SOLO-1	SOLO-2	SOLO-2	SOLO-2
S07	SOLO-3	SOLO-2	SOLO-1	SOLO-2	SOLO-2	SOLO-2
S08	SOLO-2	SOLO-1	SOLO-1	SOLO-2	SOLO-2	SOLO-2
S09	SOLO-3	SOLO-3	SOLO-2	SOLO-3	SOLO-3	SOLO-3
S10	SOLO-3	SOLO-3	SOLO-2	SOLO-3	SOLO-3	SOLO-3
S11	SOLO-4	SOLO-4	SOLO-3	SOLO-4	SOLO-4	SOLO-4

Keterangan: Soal 1 = pengetahuan umum sistem gerak SOLO-1 = prastruktural
 Soal 2 = komponen utama sistem gerak SOLO-2 = unistruktural
 Soal 3 = fungsi komponen sistem gerak SOLO-3 = multistruktural
 Soal 4 = keterkaitan antar komponen SOLO-4 = relasional
 Soal 5 = aplikasi dalam aktivitas nyata SOLO-5 = *extended-abstract*

Berdasarkan Tabel 1. analisis pemahaman awal siswa materi sistem gerak manusia pada tiap soal memperlihatkan adanya variasi yang cukup mencolok. Pada sebagian besar soal, mayoritas siswa masih berada pada level unistruktural dan multistruktural, ditandai dengan jawaban yang sekadar menyebutkan satu atau beberapa komponen sistem gerak tanpa penjelasan keterkaitannya. Pada level unistruktural, siswa hanya mampu menyebutkan satu komponen yang terlibat dalam sistem gerak, seperti jawaban siswa S06 yang menyatakan “manusia bisa gerak karena adanya sendi”, atau siswa S08 yang menuliskan “adanya sendi”. Jawaban seperti ini menggambarkan pemahaman yang sempit, di mana informasi masih terbatas pada satu fakta tanpa keterhubungan dengan komponen yang lain untuk menjelaskan bagaimana setiap komponen dalam sistem gerak saling terkait.

Di sisi lain, terdapat siswa yang mulai menunjukkan pemahaman lebih luas, meskipun masih terfragmentasi. Misalnya, siswa S09 menuliskan “tubuh manusia bisa bergerak karena

adanya sendi, rangka, dan otot”, sementara siswa S10 menyebutkan “sistem gerak manusia terdiri dari rangka, sendi, dan otot”. Jawaban seperti ini termasuk pada level multistruktural (SOLO-3) karena mencakup lebih satu komponen, tetapi belum menjelaskan keterhubungan di antaranya. Hanya sedikit siswa yang mampu mengaitkan konsep sistem gerak dengan aktivitas nyata. Siswa S11, misalnya, menuliskan “sistem gerak pada manusia adalah serangkaian organ dan struktur tubuh yang bekerja sama untuk menghasilkan gerakan dan memungkinkan untuk beraktivitas, contoh tulang dan otot bekerja sama untuk menggerakkan tubuh”. Pernyataan ini mencerinkan pemahaman relasional (SOLO-4) karena adanya upaya menjelaskan keterkaitan antar struktur dan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari.

Selain jawaban parsial, hasil analisis juga memperlihatkan adanya siswa yang dominan berada pada level prastruktural (SOLO-1). Jawaban pada kategori ini cenderung tidak relevan dengan konsep sistem gerak atau hanya berupa potongan kata yang tidak bermakna secara ilmiah. Misalnya, siswa S02 yang menuliskan “sendi putar” tanpa penjelasan lebih lanjut terkait soal pengetahuan umum sistem gerak, sehingga tidak menunjukkan pemahaman konseptual yang utuh. Selain itu, hasil analisis memperlihatkan adanya indikasi miskonsepsi pada sebagian siswa. Misalnya terkait komponen yang terlibat dalam sistem gerak, siswa S04 menuliskan “karena rangka, kalau kita tidak mempunyai rangka kurang engsel”. Pernyataan ini menunjukkan kesalahan dalam memahami peran rangka yang justru dianggap mirip dengan fungsi engsel. Hal ini menegaskan bahwa sebagian siswa bukan hanya mengalami keterbatasan dalam menyebutkan fakta, tetapi juga mengalami distorsi konsep yang dapat menghambat perkembangan pemahaman lebih lanjut.

Temuan mengenai variasi pemahaman awal siswa ini memiliki implikasi pedagogis langsung. Guru tidak cukup hanya memberikan tambahan informasi, melainkan perlu melakukan klarifikasi konsep melalui strategi pembelajaran yang bersifat eksploratif dan reflektif. Temuan variasi pemahaman awal siswa ini sejalan dengan perkembangan kognitif anak usia SD yang umumnya masih berada di tahap operasional konkret, sehingga pemahaman konsep sains cenderung parsial (Lestari *et al.*, 2023; Magdalena *et al.*, 2023). Pada tahap ini, siswa mulai mampu melakukan penalaran logis, tetapi masih kesulitan dalam memahami konsep yang bersifat abstrak. Berkaitan dengan level SOLO, maka pada tahap perkembangan kognitif ini, siswa akan cenderung berada pada tahap unistruktural dan multistruktural, yaitu hanya memahami satu atau beberapa dari suatu konsep tanpa menghubungkannya secara mendalam (Graf, 2021; Kusmaryono *et al.*, 2018).

Penilaian kualitas jawaban siswa dalam level SOLO mendukung pandangan bahwa perkembangan kualitas jawaban berlangsung bertahap, dari sekadar menyebutkan fakta menuju keterkaitan konsep dan akhirnya ke generalisasi abstrak (Claudia *et al.*, 2020; Kaharuddin & Hajeniati, 2020). Dengan demikian, pemahaman awal siswa yang masih dominan pada unistruktural dan multistruktural merupakan kondisi yang wajar, namun menjadi dasar penting bagi guru untuk merancang transisi menuju level yang lebih tinggi. Hasil penelitian ini mengonfirmasi bahwa variasi level SOLO tidak hanya menggambarkan capaian individu, tetapi juga menandai kesiapan belajar siswa pada materi sistem gerak manusia. Hal ini dikarenakan analisis menggunakan taksonomi SOLO sangat efektif memetakan progresi pemahaman sains siswa (Arceo, 2024; Sholeh, 2021). Selanjutnya, Tabel 2 menyajikan level SOLO pada agregat per soal.

Tabel 2. Ringkasan level SOLO pada agregat per soal

Level SOLO	Soal 1	Soal 2	Soal 3	Soal 4	Soal 5
SOLO-1	2	3	5	1	1
SOLO-2	2	3	4	6	4
SOLO-3	5	3	2	2	4
SOLO-4	2	2	0	2	2
SOLO-5	0	0	0	0	0

Berdasarkan Tabel 2. bahwa proporsi level SOLO per soal memperlihatkan adanya variasi pemahaman awal siswa yang cukup kontras antar soal. Pada soal 1 dan soal 2, sebagian siswa sudah mampu mencapai level multistruktural dan relasional, meskipun masih didominasi oleh unistruktural. Hal ini menandakan bahwa ketika diminta menjelaskan secara umum tentang sistem gerak, siswa dapat menyebutkan lebih dari satu komponen, tetapi keterhubungan konsepnya masih terbatas. Adanya beberapa siswa yang mampu sampai relasional menunjukkan potensi awal untuk mengintegrasikan konsep dengan pengalaman sehari-hari, meskipun belum konsisten di seluruh soal.

Berbeda dengan soal 3, distribusi jawaban terkonsentrasi pada level rendah, yaitu prastruktural dan unistruktural. Kondisi ini mengindikasikan bahwa penguasaan konsep sistem gerak pada aspek yang lebih spesifik, seperti fungsi dari komponen sistem gerak, sebagian besar siswa mengalami kesulitan dan cenderung memberikan jawaban yang terfragmentasi atau bahkan tidak relevan. Sementara itu, soal 4 dan soal 5 memperlihatkan distribusi yang relatif lebih berimbang antara unistruktural dan multistruktural, dengan sebagian kecil yang mencapai relasional. Temuan ini menegaskan bahwa siswa memiliki kecenderungan untuk menyebutkan

beberapa komponen yang relevan, namun keterhubungan antar komponen masih belum menyeluruh.

Hasil distribusi agregat menunjukkan bahwa pemahaman awal siswa tentang sistem gerak manusia didominasi pada level unistruktural dan multistruktural. Kondisi ini menggambarkan bahwa sebagian besar siswa hanya mampu menyebutkan fakta-fakta dasar atau beberapa komponen yang terlibat, tetapi belum menghubungkan konsep secara terpadu. Kehadiran siswa pada level prastruktural menandakan adanya sebagian kecil yang belum memahami konsep dasar sama sekali. Hal ini sejalan dengan Xu *et al.* (2024) bahwa pada tahap awal pembelajaran, banyak siswa yang hanya menangkap satu aspek pengetahuan tanpa mampu membangun keterhubungan yang lebih luas. Lebih jauh, sebagaimana ditegaskan Laeli *et al.* (2020) bahwa ketiadaan pemahaman awal yang kuat berpotensi menimbulkan miskonsepsi yang dapat menghambat proses pembelajaran selanjutnya.

Ketiadaan capaian pada level *extended-abstract* (SOLO-5) semakin mempertegas bahwa siswa masih berada pada tahap permukaan pemahaman. Hasil ini sejalan dengan penelitian Arceo (2024) serta Durak & Uslu (2022) yang menunjukkan bahwa generalisasi abstrak sangat jarang dicapai tanpa adanya intervensi pembelajaran eksploratif yang mendorong siswa untuk membuat inferensi lintas konteks. Lebih lanjut, ketiadaan capaian SOLO-5 sering terjadi pada siswa sekolah dasar karena kemampuan berpikir abstrak dan reflektif memang berkembang secara bertahap dan membutuhkan latihan, serta pengalaman belajar yang menantang (Claudia *et al.*, 2020, Kalac & Caliskan, 2022). Selanjutnya, distribusi kesiapan kognitif melalui angket yang mencerminkan profil kesiapan belajar secara lebih luas disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Distribusi kesiapan kognitif berdasarkan angket

Kategori	Frekuensi	Kode Siswa
Tinggi	6	S04, S06, S07, S09, S10, S11
Sedang	5	S01, S02, S03, S05, S08
Rendah	0	-

Hasil distribusi kesiapan kognitif pada Tabel 3 memperlihatkan bahwa enam siswa berada pada kategori tinggi, sementara lima lainnya berada pada kategori sedang. Kondisi ini tidak hanya menunjukkan capaian angka, tetapi mencerminkan adanya perbedaan disposisi belajar yang nyata di kelas. Siswa dengan kategori tinggi umumnya memperlihatkan keyakinan diri dalam mengatasi kesulitan belajar dan kesadaran metakognitif yang lebih matang, seperti jawaban siswa yang setuju bahwa “siswa akan mencoba lagi dengan cara berbeda jika jawabannya salah.” Sebaliknya, siswa dengan kategori sedang masih menunjukkan keraguan terhadap kemampuan diri dan kecenderungan mudah menyerah, seperti pada pernyataan siswa

lain yang menuliskan “saya sering bingung kalau pelajaran terasa sulit.” Variasi respons ini menggambarkan bahwa kesiapan kognitif bukanlah kondisi tunggal, melainkan spektrum yang dipengaruhi oleh regulasi diri, efikasi diri, dan motivasi belajar.

Distribusi kesiapan kognitif pada Tabel 3 sejalan kerangka operasional kesiapan kognitif yang melibatkan integrasi penilaian atribut kognitif, motivasi, pengambilan keputusan, dan regulasi diri yang membentuk kesiapan individu untuk belajar secara efektif (Aidman, 2020; McGrew, 2021). Temuan ini memperlihatkan bahwa sebagian besar siswa sudah memiliki disposisi positif untuk terlihat dalam aktivitas pembelajaran yang lebih kompleks. Sejalan dengan Nadezhda & Elena (2021) bahwa kesiapan kognitif yang tinggi dapat menjadi indikator bahwa siswa siap untuk menghadapi tantangan pembelajaran yang lebih tinggi dan kompleks, terutama jika didukung oleh program pengembangan yang tepat. Lebih lanjut, kesiapan kognitif yang baik membantu siswa untuk menyesuaikan diri dalam berpikir kritis dan pemecahan masalah dalam proses pembelajaran (Konogorskaya, 2023).

Lebih lanjut, kesiapan kognitif yang relatif tinggi pada sebagian besar siswa memberikan peluang untuk mengoptimalkan pendekatan pembelajaran mendalam (*deep learning*). Namun, literatur menunjukkan bahwa kesiapan kognitif yang baik tidak otomatis menjamin terbentuknya pemahaman konseptual mendalam jika tidak difasilitasi dengan strategi instruksional yang tepat (McGrew, 2021; Zafar *et al.*, 2024). Oleh karena itu, aspek metakognisi, efikasi diri, dan regulasi diri yang menjadi komponen kesiapan kognitif perlu dijadikan titik awal untuk merancang aktivitas pembelajaran yang menantang, tetapi tetap berada dalam zona perkembangan proksimal siswa. Dengan cara ini, kesiapan kognitif dapat berfungsi sebagai modal yang mendorong transisi dari pemahaman dangkal menuju keterpaduan konsep yang lebih tinggi. Selanjutnya, hasil integratif pemahaman awal dan kesiapan kognitif disajikan Tabel 4.

Tabel 4. Matriks integratif dominasi SOLO x kesiapan kognitif (CR)

Kesiapan Kognitif	SOLO-1	SOLO-2	SOLO-3	SOLO-4	SOLO-5
Tinggi	S02	S05, S08	S01	S03	-
Sedang	S04	S06, S07	S09, S10	S11	-

Analisis kombinasi level pemahaman awal (SOLO) dan kesiapan kognitif (CR) pada Tabel 4. memperlihatkan keragaman profil belajar siswa yang tidak hanya dapat dipahami melalui skor/angka, tetapi juga melalui makna jawaban. Kehadiran siswa pada profil SOLO-1 × CR-sedang menunjukkan bahwa ada siswa yang belum memiliki representasi konseptual

memadai tentang sistem gerak manusia. Kondisi ini sejalan dengan temuan Laeli *et al.* (2020) bahwa ketiadaan pemahaman awal dapat menyebabkan miskonsepsi dan menghambat pembelajaran lebih lanjut. Namun, menarik bahwa terdapat pula siswa pada SOLO-1 \times CR-tinggi yang meskipun jawabannya sederhana tetap menunjukkan dorongan belajar yang lebih kuat. Profil ini memperlihatkan bahwa kemauan dan kepercayaan diri tidak selalu sejalan dengan kualitas konsep yang dimiliki, sehingga guru perlu memanfaatkan potensi motivasional sebagai modal untuk mendorong transisi menuju level yang lebih tinggi.

Pada SOLO-2 \times CR sedang dan tinggi, siswa mulai menyebutkan satu fakta akurat, namun belum mengaitkannya dengan komponen lain. Jawaban seperti “manusia bisa gerak karena adanya sendi” menunjukkan pemahaman parsial yang mudah stagnan jika tidak difasilitasi melalui pembelajaran eksploratif. Di sinilah kesiapan kognitif berperan, karena siswa dengan CR tinggi lebih mungkin mencoba strategi lain ketika menemui kesulitan, meskipun representasi konsep masih terbatas. Hal ini menguatkan pandangan Crameri *et al.* (2019) bahwa kesiapan belajar yang baik dapat mempercepat transisi pemahaman asalkan didukung *scaffolding* yang tepat. Dengan demikian, meskipun kualitas konseptual belum berkembang, kesiapan kognitif dapat menjadi pintu masuk bagi guru untuk memberikan dorongan reflektif dan metakognitif.

Profil siswa pada SOLO-3 memperlihatkan jawaban yang lebih lengkap, misalnya “tubuh bergerak karena sendi, rangka, dan otot”, tetapi masih bersifat terpisah. Siswa yang berada pada CR sedang cenderung ragu dalam menghubungkan konsep, seperti jawaban siswa S01 “karena kalau tidak ada sendi maka tidak bisa menggerakkan tangan”. Sementara itu, pada CR tinggi terdapat kecenderungan untuk menyusun daftar lengkap namun tetap belum membangun relasi kausal, seperti jawaban siswa S10 “dengan adanya sendi tubuh mudah digerakkan, dilipat, ditekuk, dan diputar”. Hal ini menegaskan temuan Xu *et al.* (2024) bahwa pemahaman multistruktural seringkali menjadi fase transisi yang membutuhkan intervensi konseptual untuk berkembang menjadi relasional. Guru perlu mendorong eksplorasi relasi antar komponen melalui aktivitas seperti peta konsep, analogi, atau diskusi kolaboratif.

Sementara itu, siswa pada SOLO-4 \times CR-sedang mulai mengaitkan antar komponen dan menghubungkannya dengan konteks aktivitas nyata, seperti jawaban “tulang dan otot bekerja sama menggerakkan tubuh”. Namun, regulasi diri dan konsistensi belum optimal, sehingga peran guru diperlukan untuk membantu siswa membangun keyakinan diri dan kestabilan strategi belajar. Pada SOLO-4 \times CR-tinggi, jawaban siswa lebih komprehensif dan kontekstual, misalnya “serangkaian organ bekerja sama menghasilkan gerak, misalnya tulang dan otot”.

Profil ini menunjukkan kesiapan optimal untuk menghadapi pembelajaran yang menantang, sejalan dengan pendapat Nadezhda & Elena (2021) bahwa kesiapan kognitif tinggi dapat memperkuat potensi siswa mencapai capaian konseptual yang lebih mendalam.

Hasil integratif level SOLO dengan kesiapan kognitif menunjukkan bahwa hubungan antara kesiapan kognitif dan tingkat pemahaman konseptual tidak selalu sejalan, melainkan bervariasi sesuai profil masing-masing siswa. Kondisi ini konsisten dengan temuan Crameri *et al.* (2019) bahwa kesiapan kognitif tidak selalu berjalan seiring dengan kekuatan pemahaman konseptual. Ada siswa yang meskipun memiliki kesiapan tinggi tetap menunjukkan jawaban sederhana, sementara yang lain dengan kesiapan sedang justru mampu mencapai pemahaman lebih relasional. Situasi ini menguatkan pernyataan mengenai pentingnya konsep *zone of proximal development* (ZPD), di mana interaksi dengan teman sebaya atau guru dapat menjembatani kesenjangan antara kesiapan dan pemahaman konseptual (Margolis, 2020; Xue, 2023).

Lebih lanjut, siswa yang berada pada kategori kesiapan tinggi tetapi masih terbatas dalam pemahaman konseptual menegaskan peran penting disposisi positif. Hal ini sejalan dengan Henry & Liu (2024) yang menekankan bahwa motivasi, regulasi diri, dan efikasi diri dapat menjadi pendorong bagi siswa untuk bergerak lebih cepat dalam mengembangkan pemahaman jika didukung oleh instruksi konseptual yang tepat. Sebaliknya, siswa dengan kesiapan rendah sekaligus pemahaman rendah memperlihatkan profil yang rentan, sebagaimana diuraikan Dong *et al.* (2020) bahwa kombinasi ini cenderung membuat siswa kurang percaya diri, pasif, dan kesulitan dalam mengikuti aktivitas pembelajaran yang kompleks. Di sisi lain, terdapat pula siswa yang memiliki pemahaman awal cukup baik tetapi kesiapan kognitifnya lebih rendah. Pola ini sejalan dengan temuan Zafar *et al.* (2024) bahwa pemahaman konseptual yang kuat tanpa dukungan regulasi diri dan motivasi berpotensi tidak berkelanjutan, karena siswa kurang konsisten dalam mempertahankan kualitas belajarnya.

Jika dibandingkan dengan studi serupa, distribusi level SOLO pada siswa dalam penelitian ini memperlihatkan kecenderungan yang konsisten. Putri *et al.* (2017) melaporkan bahwa mayoritas siswa SMP masih berada pada level unistruktural dan multistruktural ketika memahami konsep sains dasar, sedangkan Sholeh (2021) menunjukkan hal serupa pada konteks pembelajaran berbasis masalah di SD. Namun, proporsi siswa yang mencapai level relasional dalam penelitian ini lebih kecil dibandingkan temuan Kaharuddin & Hajeniati (2020), yang menemukan peningkatan signifikan ke level relasional melalui pembelajaran matematika berbasis aktivitas. Perbandingan ini menegaskan bahwa tantangan meningkatkan pemahaman

relasional dalam materi biologi lebih kompleks, karena membutuhkan pengaitan konsep abstrak dengan fenomena nyata yang dekat dengan kehidupan siswa.

Hasil penelitian ini tidak hanya menggambarkan kondisi faktual siswa, tetapi juga memperkuat argumen bahwa strategi pembelajaran yang berorientasi pada integrasi konsep, kontekstualisasi, dan refleksi kritis dibutuhkan untuk perkembangan pemahaman siswa (Paul *et al.*, 2023). Guru perlu memberikan penguatan konseptual bagi siswa yang masih berada pada level rendah, sekaligus menyediakan tantangan kognitif yang mendorong siswa lebih siap untuk bergerak menuju level relasional dan *extended-abstract*. Hal ini sejalan dengan temuan Huang *et al.* (2024) dan Sholeh (2021) yang menekankan bahwa tanpa pembelajaran kontekstual dan reflektif, capaian pemahaman mendalam sulit dicapai di tingkat sekolah dasar. Implikasi dari hal tersebut memperlihatkan pentingnya penerapan strategi pembelajaran berdiferensiasi, baik dengan memberikan *scaffolding* hingga menyediakan tantangan yang lebih. Rancangan aktivitas pembelajaran yang bervariasi dan sesuai dengan profil siswa dapat memastikan siswa berkembang sesuai potensinya (Arceo, 2024). Dengan demikian, seluruh siswa dapat terdorong untuk mencapai kesiapan optimal dalam mengikuti pembelajaran mendalam materi sistem gerak manusia.

Meskipun temuan penelitian ini memberikan gambaran komprehensif mengenai pemahaman awal dan kesiapan kognitif siswa, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu dicatat. Pertama, jumlah subjek relatif kecil dan hanya berasal dari satu sekolah, sehingga generalisasi temuan ke konteks yang lebih luas perlu dilakukan dengan hati-hati. Kedua, instrumen yang digunakan terbatas pada tes uraian dan angket, sehingga variasi data belum sepenuhnya menangkap dinamika interaksi sosial dan emosional siswa dalam pembelajaran. Ketiga, analisis belum mengaitkan faktor latar belakang seperti pengalaman belajar sebelumnya atau dukungan lingkungan keluarga yang potensial turut memengaruhi kesiapan kognitif. Keterbatasan ini sekaligus membuka peluang bagi penelitian lanjutan untuk memperluas konteks, melibatkan jumlah subjek lebih besar, serta mengombinasikan metode observasi kelas atau wawancara mendalam guna memperkaya analisis profil belajar siswa.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa pemahaman awal siswa kelas VI SD Negeri Bubulan II mengenai sistem gerak manusia masih didominasi pada level unistruktural dan multistruktural, sementara capaian relasional hanya muncul pada sebagian kecil siswa, dan

tidak ada yang mencapai *extended-abstract*. Kondisi ini menandakan bahwa pemahaman awal siswa bersifat parsial dan cenderung terfragmentasi. Sementara itu, hasil pengukuran kesiapan kognitif memperlihatkan sebagian besar siswa berada pada kategori tinggi, sedangkan sisanya berada pada kategori sedang. Integrasi pemetaan pemahaman awal dan kesiapan kognitif memperlihatkan variasi profil belajar yang beragam, mulai dari siswa dengan kesiapan tinggi tetapi pemahaman rendah hingga siswa dengan pemahaman lebih relasional namun kesiapan sedang. Temuan ini menegaskan pentingnya rancangan pembelajaran berdiferensiasi dan kontekstual untuk menjembatani kesenjangan serta mendorong transisi pemahaman dari permukaan menuju keterpaduan konsep yang lebih tinggi.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, guru disarankan untuk menerapkan strategi pembelajaran berdiferensiasi dan kontekstual agar dapat menjembatani perbedaan tingkat pemahaman awal dan kesiapan kognitif siswa. Secara praktis, pembelajaran perlu dirancang dengan penguatan konseptual sekaligus memberikan tantangan kognitif sesuai kesiapan belajar. Secara teoretis, hasil ini mendukung pentingnya integrasi analisis SOLO dan kesiapan kognitif dalam merancang pembelajaran mendalam di sekolah dasar. Untuk penelitian lanjutan, disarankan eksplorasi dengan jumlah subjek lebih besar dan materi yang berbeda guna memperkuat generalisasi serta memperdalam pemahaman mengenai profil kesiapan belajar kognitif siswa.

DAFTAR RUJUKAN

- Aidman, E. (2020). Cognitive fitness framework: Towards assessing, training and augmenting individual-difference factors underpinning high-performance cognition. *Front. Hum. Neurosci.*, 13, 466. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00466>
- Arceo, K. M. M. (2024). Structure of observed learning outcomes (solo) taxonomy based teaching on the students cognitive learning outcome and performance. *IJRP*, 149(1), 187-203. <https://doi.org/10.47119/IJRP1001491520246512>
- Brabrand, C., & Dahl, B. (2009). Using the solo taxonomy to analyze competence progression of university science curricula. *High Educ*, 58, 531-549. <https://doi.org/10.1007/s10734-009-9210-4>
- Budhiarti, Y., Mytra, P., & Slow, L. (2025). The role of deep learning in elementary education: pedagogical insights from a literature study. *Jurnal Pedagogi dan Inovasi Pendidikan*, 1(2), 42-51.
- Claudia, L. F., Kusmayadi, T. A., & Fitriana, L. (2020). The solo taxonomy: classify students' responses in solving linear program problems. *J. Phys.: Conf. Ser.*, 1538, 012107. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1538/1/012107>
- Crameri, L., Hettiarachchi, I., & Hanoun, S. (2019). A review of individual operational

- cognitive readiness: Theory development and future directions. *Human Factors*, 63(1), 1-22. <https://doi.org/10.1177/0018720819868409>
- Dong, A., Jong, M. S., & King, R. B. (2020). How does prior knowledge influence learning engagement? The mediating roles of cognitive load and help-seeking. *Frontiers in Psychology*, 11, 591203. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.591203>
- Durak, H. Y., & Uslu, N. A. (2022). Investigating the effects of SOLO taxonomy with reflective practice on university students' meta-cognitive strategies, problem-solving, cognitive flexibility, spatial anxiety: an embedded mixed-method study on 3D game development. *Interactive Learning Environments*, 31(10), 7354-7376. <https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2067187>
- Fancovicova, J., & Prokop, P. (2019). Examining secondary school students misconceptions about the human body: correlations between the methods of drawing and open-ended questions. *Journal of Baltic Science Education*, 18(4), 549-557. <https://dx.doi.org/10.33225/jbse/19.18.549>
- Graf, S. T. (2021). *Outline of a taxonomy for general Bildung*. In *Didaktik and Curriculum in Ongoing Dialogue* (pp. 83–102). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003099390-6>
- Henry, A., & Liu, M. (2024). L2 motivation and self regulated learning: An integrated model. *System*, 123, 103301. <https://doi.org/10.1016/j.system.2024.103301>
- Huang, W. D., Loid, V., & Sung, J. S. (2024). Reflecting on gamified learning in medical education: a systematic literature review grounded in the Structure of Observed Learning Outcomes (SOLO) taxonomy 2012-2022. *BMC Med Educ*, 24, 20. <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04955-1>
- Kaharuddin, A., & Hajeniati, N. (2020). An identification of students' responses based on solo taxonomy in mathematics learning towards learning activities and learning outcomes. *Al-Jabar*, 11(2), 191-200. <https://doi.org/10.24042/ajpm.v11i2.6270>
- Kalac, S., & Caliskan, P. (2022). Investigation of problem solving skills of secondary students according to solo taxonomy. *Journal of Social Research and Behavioral Sciences*, 8(16), 235-254. <https://doi.org/10.52096/jsrbs.8.16.14>
- Konogorskaya, S. (2023). The relationship between cognitive and non-cognitive indicators of readiness to learn with academic performance. *Bulletin of the State University of Education. Series: Psychology*, 4, 53-68. <https://doi.org/10.18384/2949-5105-2023-4-53-68>
- Kramer, S. L., Scull, J., Porter, A., Massey, C., Merlino, F., & Baker, J. Y. (2024). Can either using cognitive science principles or improving teacher content knowledge boost student achievement in middle school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 61(7), 1543-1573. <https://doi.org/10.1002/tea.21923>
- Kusmaryono, I., Suyitno, H., Dwijanto, D., & Dwidayati, N. (2018). Analysis of abstract reasoning from grade 8 students in mathematical problem solving with solo taxonomy. *Infinity*, 7(2), 69-82. <https://doi.org/10.22460/infinity.v7i2.p69-82>
- Laeli, C. M. H., Gunarhadi, G., & Muzzazinah, M. (2020). Misconception of science learning in primary school students. *Advances in Social Sciences, Education and Humanities Research*, 397, 657-671. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200129.083>
- Lestari, H. A. S. A., Rinnanik, R., Ramadina, E., & Biduri, F. N. (2023). Analyzing cognitive development in elementary-aged children and its implications for teaching and learning

- strategies. *Jurnal Pendidikan Humaniora*, 11(3), 143-155. <https://doi.org/10.17977/um011v11i32023p143-155>
- Magdalena, I., Nurchayati, A., Suhirman, D. P., & Fathya, N. N. (2023). Implementasi teori pengembangan kognitif Jean Piaget dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar. *Anwarul*, 3(5), 960-969. <https://doi.org/10.58578/anwarul.v3i5.1431>
- Margolis, A. A. (2020). Zone of proximal development, scaffolding and teaching practice. *Cultural-Historical Psychology*, 16(3), 15-26. <https://doi.org/10.17759/chp.2020160303>
- McGrew, K. S. (2021). The cognitive-affective-motivation model of learning (camml): standing on the shoulders of giants. *Canadian Journal of School Psychology*, 37(1), 117-134. <https://doi.org/10.1177/082957352111054270>
- Nadezhda, P., & Elena, N. (2021). Intellectual readiness for school in senior preschoolers: Case of correctional and developmental program “School is Waiting”. *Bulletin of Kemerovo State University*, 5(4), 309-318. <https://doi.org/10.21603/2542-1840-2021-5-4-309-318>
- Paul, R., Jazayeri, Y., Behjat, L., & Potter, M. (2023). Design of an integrated project-based learning curriculum: analysis through fink’s taxonomy of significant learning. *IEEE Transactions on Education*, 66, 457-467. <https://doi.org/10.1109/TE.2023.3307974>
- Putri, U. H., Mardiyana, M., & Saputro, D. R. S. (2017). How to analyze the students’ thinking levels based on solo taxonomy. *J. Phys.: Conf. Ser.*, 895, 012031. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012031>
- Sholeh, M. (2021). Karakteristik respon siswa sekolah dasar dengan model pembelajaran berbasis masalah berdasarkan taksonomi solo. *Jurnal Komposisi*, 6(2), 60-68. <https://doi.org/10.53712/jk.v6i2.1785>
- Xu, X., Ren, S., Zhang, D., & Xin, T. (2024). Knowledge integration in science learning: tracking student’s knowledge development and skill acquisition with cognitive diagnosis models. *Educational Measurement*, 43(1), 66-82. <https://doi.org/10.1111/emip.12592>
- Xue, Z. (2023). Exploring Vygotsky’s zone of proximal development in pedagogy: A critique of a learning event in the business/economics classroom. *Internasional Journal of Education and Humanities*, 9(3), 166-168. <https://doi.org/10.54097/ijeh.v9i3.10506>
- Zafar, Q., Nazish, A., Iqbal, J., & Ali, A. (2024). Investigate how self-regulation strategies can enhance student autonomy, motivation, and long-term learning outcomes. *Journal of Policy Research*, 10(3), 377-386. <https://doi.org/10.61506/02.00356>