

# THE ANALYSIS OF LOGICAL OPERATION ABILITY OF SENIOR HIGH SCHOOL STUDENTS ON PHYSICS SUBJECT AT FORMAL OPERATIONAL PHASE

Nur Inayah Syar

Institut Agama Islam Negeri Palangkaraya  
Email: [nur.inayah.syar@iain-palangkaraya.ac.id](mailto:nur.inayah.syar@iain-palangkaraya.ac.id)

Approve: 2020-11-19	Review: 2021-03-02	Publish: 2021-04-01
------------------------	-----------------------	------------------------

## **Abstract**

*This research aims to know the logical operation ability of students in the formal operational cognitive development phase in Physics subject. The population in this research were 1458 students and the samples were 207 students coming from 6 different schools selected by using Cluster Sampling. The type of research used was descriptive quantitative with research instrument was the test of formal operational in the form of the valid and reliable logical operation. The result of the descriptive analysis shows that most of the senior high school students in Bulukumba Regency still do not enter a formal operational period in their cognitive development level. Based on four types of logical operation, the order of operation acquired the most by students is hypothetical-*

*deductive, reflexive, combinatorial, and last proportional. The data showed that age improvement does not influence students' cognitive development as mentioned by Piaget.*

**Keywords:** *Cognitive, Logical Operation, Formal Operation, Piaget*

# ANALISIS KEMAMPUAN OPERASI LOGIK SISWA SMA DALAM MATA PELAJARAN FISIKA PADA TAHAP OPERASIONAL FORMAL

Nur Inayah Syar

Institut Agama Islam Negeri Palangkaraya  
Email: [nur.inayah.syar@iain-palangkaraya.ac.id](mailto:nur.inayah.syar@iain-palangkaraya.ac.id)

## Abstrak

*Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan operasi logik siswa pada tahap perkembangan kognitif operasional formal dalam mata pelajaran fisika. Adapun populasi penelitian adalah sejumlah 1458 orang siswa dan sampelnya sejumlah 207 orang siswa yang berasal dari enam sekolah yang berbeda dengan menggunakan Cluster Are Sampling. Jenis penelitian yang digunakan yaitu kuantitatif deskriptif dengan instrumen penelitian tes operasional formal dalam bentuk operasi logik yang telah valid dan reliabel untuk digunakan. Hasil analisis deskriptif menunjukkan bahwa sebagian besar siswa SMA di Kabupaten Bulukumba belum memasuki periode operasional formal dalam tingkat perkembangan kognitifnya. Berdasarkan keempat jenis operasi logik, urutan operasi yang paling dikuasai siswa yaitu operasi hipotetik-deduktif, refleksif, kombinatorial dan terakhir proposisional. Data-data tersebut menunjukkan bahwa peningkatan usia tidak mempengaruhi tingkat*

*perkembangan kognitif siswa seperti apa yang dipaparkan oleh Piaget.*

**Kata Kunci:** *Kognitif, Operasi Logik, Operasional Formal, Piaget*

## **Pendahuluan**

Hakikat pendidikan berorientasi pada kecakapan hidup bagi siswa sebagai bekal dalam menghadapi dan memecahkan problema hidup dan kehidupan, baik sebagai pribadi yang mandiri, warga masyarakat, maupun sebagai warga negara. *Education is a vital role in realizing the golden generation as a milestone in the progress of a civilization* (Oktavia et al., 2019). Jika hal itu dapat dicapai, maka faktor ketergantungan terhadap lapangan pekerjaan yang sudah ada dapat diturunkan, yang berarti produktivitas nasional akan meningkat secara bertahap.

Pendidikan di SMA biasanya ditandai dengan dihadapkannya siswa pada masalah-masalah baru yang lebih kompleks dibanding dengan masalah yang dialami pada saat SMP. Masalah yang ditemukan biasanya tidak dialami pada semua mata pelajaran. Salah satu mata

pelajaran yang biasanya cukup sulit diminati, dipelajari apalagi dipahami oleh siswa yaitu mata pelajaran IPA khususnya fisika.

Seorang guru yang memahami tujuan mata pelajaran yang akan diajarkannya akan mempunyai peluang lebih besar untuk mencapai keberhasilan dalam mendidik siswanya. Keberhasilan pencapaian tujuan belajar bergantung pada kemampuan pembelajar dalam mengelola proses pembelajaran (Bali, 2020a). Dengan memahami tujuan tersebut, guru dapat membuat perencanaan yang matang, termasuk di dalamnya menentukan strategi yang akan digunakan untuk mencapai tujuan tersebut.

Mata pelajaran fisika merupakan salah satu mata pelajaran dalam rumpun Ilmu Pengetahuan Alam. Di mana hakikat IPA meliputi beberapa unsur, yaitu sikap, proses, produk, dan aplikasi (Syar & Hamidah, 2015). Dengan mempelajari mata pelajaran tersebut, diharapkan dapat mengembangkan kemampuan berfikir analitis induktif dan deduktif. Hal ini sangat penting dalam upaya menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan

peristiwa alam sekitar, baik secara kualitatif maupun secara kuantitatif dengan menggunakan matematika, serta dapat mengembangkan pengetahuan, keterampilan dan sikap percaya diri.

Pelajaran fisika erat kaitannya dengan kemampuan siswa memahami dan menganalisis konsep/masalah yang bertujuan untuk menemukan solusi dari masalah tersebut serta menghubungkan antara konsep yang telah diterima dengan materi selanjutnya atau kehidupan kita sehari-hari. Jadi, kemampuan siswa dalam mata pelajaran fisika tidak semata-mata dipengaruhi oleh cara/metode yang digunakan guru dalam mengajar atau cara belajar siswa. Oleh karena itu, seorang guru hendaknya mengetahui berbagai penyebab hambatan yang dialami siswa dalam belajar. Bisa saja hal tersebut berkaitan dengan latar belakang kehidupan dan kemampuan berpikir anak dalam berbagai tingkatan usia dan kelas di sekolah. Hal tersebut merupakan salah satu faktor penting yang menentukan kemampuan belajar siswa yaitu tingkat perkembangan kognitif siswa itu sendiri.

Sejumlah ahli seperti Vygotsky, Piaget, Bruner, dan Ausubel memberikan pendapat yang beragam mengenai perkembangan kognitif anak. *Cognitive development discusses the development of individuals in thinking or the process of cognition/knowing processes* (Wahid et al., 2020). Perkembangan kognitif biasanya berjalan seiring dengan peningkatan usia seseorang. Namun, karena faktor-faktor tertentu seseorang bisa saja mengalami perkembangan kognitif yang lebih lambat dibanding orang lain. Hal tersebut dapat berpengaruh pada kemampuan belajar siswa dalam mata pelajaran tertentu, dalam hal ini fisika.

Peneliti memilih fokus penelitian berdasarkan teori Piaget yang membagi tahap perkembangan kognitif ke dalam empat tahapan yang secara kualitatif menunjukkan karakteristik yang berbeda-beda (Syamsuddin, 2003). Keempat tahapan tersebut adalah tahap sensori motor, tahap pra operasional, tahap operasional konkrit dan tahap operasional formal (Khadijah, 2016).

Tahap sensorimotor merupakan tahap awal yang dialami oleh bayi berusia 0- 2 tahun (Natsir, 2004). Tahap ini ditandai dengan kemampuan bayi menggunakan alat

indera untuk melihat, mendengar, serta menggunakan kekuatan otot menyentuh serta menggapai sesuatu. Piaget mengemukakan enam sub tahapan yang menjadi penanda perkembangan kemampuan serta pemahaman spasial anak, yaitu skema refleksi, fase reaksi sirkular primer, fase reaksi sirkular sekunder, koordinasi reaksi sirkular sekunder, fase reaksi sirkular tersier dan tahapan awal representasi simbolis (Bali, 2020b).

Tahap praoperasional merupakan tahapan untuk bayi berusia 2-7 tahun. Tahapan ini terbagi menjadi dua bagian penting, yaitu *proconceptual* dan *intuitive*. *Proconceptual* yaitu kemampuan anak menarik kesimpulan khusus dari sesuatu yang ia temukan atau yang ia alami. *Intuitive* yaitu tahap di mana anak berpikir dan bertindak berdasarkan intuisi yang bersifat egosentris (Bali, 2019). Pada tahap praoperasional ini anak mulai bisa melakukan operasi logik sederhana, seperti melakukan operasi bilangan dan mulai mampu mengklasifikasikan sesuatu berdasarkan ciri-ciri tertentu yang dimiliki suatu benda.

Tahap operasional konkrit adalah tahap yang dialami anak pada usia 7-12 tahun. Tahap ini ditandai dengan kemampuan anak menggunakan logika yang mulai memadai. Anak sudah memiliki kemampuan mengurutkan, mengklasifikasi, *decentering*, *reversibility*, konservasi dan mulai menghilangkan sifat egosentris. Tahap terakhir yaitu operasional formal yang merupakan tahap terakhir pada usia 11 atau 12 tahun ke atas. *At this stage, the child is able to think logically, abstractly, do reasoning, draw conclusions and other formal operational abilities* (Rahman et al., 2019).

Untuk tingkat SMA, menurut Piaget siswa seharusnya telah berada tingkatan perkembangan kognitif yang keempat yaitu operasional formal. Pada tahap ini mereka telah mampu menyelesaikan soal-soal yang membutuhkan kemampuan operasi logik yang cukup tinggi. Periode ini ditandai dengan kemampuan untuk mengoperasikan kaidah-kaidah logika formal yang tidak terikat lagi oleh objek-objek yang bersifat konkrit. Masalahnya adalah apakah siswa di tingkat SMA benar-benar telah berada pada tingkat itu sehingga mereka telah

siap untuk belajar fisika sesuai dengan kurikulum yang berlaku.

Pernyataan Piaget tentang tingkat perkembangan kognitif didukung oleh penelitian Juwantara yang mengemukakan bahwa kompetensi kognitif anak usia 11-12 menyebabkan mereka telah mampu berpikir strategis sistematis (Juwantara, 2019). Mereka mampu menyelesaikan soal-soal yang rumit dan sudah dapat diterapkan model pembelajaran yang bersifat *student-centered*. Namun hal tersebut cukup berlawanan dengan penelitian Walia yang menemukan bahwa sebetulnya anak-anak baru bisa mencapai tahap operasional formal pada usia yang lebih tinggi dari apa yang dijabarkan Piaget (Walia, 2002). Ia melakukan penelitian pada tingkat SLTP dan menemukan bahwa terdapat sejumlah siswa yang masih berpikir konkrit, bahkan ada yang baru memasuki tahap awal operasional konkrit pada jenjang usia 12-16 tahun.

Penelitian lain yang mendukung fakta tersebut dilakukan pada empat Sekolah Menengah Pertama di Makassar menunjukkan bahwa tingkat perkembangan

kognitif siswa pada keempat sekolah belum mencapai persentasi pencapaian sebesar 60% dari skor tertinggi yang dapat dicapai dari tes Tingkat Perkembangan Kognitif yang diberikan (Martawijaya, Haris, Asriadi, Umrawati, & Utami, 2012). Oleh karena itu, masalah terkait perkembangan kognitif ini perlu mendapat perhatian lebih lanjut.

Lebih spesifik, Rahmawati & Kurniasari secara khusus menggunakan *Test of Piaget's Logical Operations* (TLO) untuk mengetahui apakah siswa SMP 4 Mojokerto sudah berada pada tahap operasional formal yang artinya mereka dapat berpikir logis dan abstrak (Rahmawati & Kurniasari, 2016). Hasil tersebut dihubungkan dengan kemampuan matematika siswa yang menunjukkan hasil bahwa siswa yang memiliki kemampuan matematika tinggi akan memiliki karakteristik kemampuan berpikir logis, dapat berpikir runtut, mampu berargumen untuk mengatasi masalah, serta dapat menarik kesimpulan dengan benar. Penelitian lebih jauh dilakukan oleh Rosa mengenai perbedaan kemampuan kognitif siswa SMA ditinjau dari gender, berdasarkan pembelajaran Usaha

dan Energi pada empat aspek C1-C4 yang memperoleh hasil bahwa siswa perempuan memiliki kemampuan kognitif yang lebih baik dibanding siswa laki-laki (Rosa, 2017).

Pemaparan-pemaparan tersebut menjadi dasar pemikiran peneliti untuk melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan operasi logik siswa SMA pada tahap perkembangan kognitif operasional formal dalam mata pelajaran fisika.

Mata pelajaran fisika yang digunakan dalam penelitian ini telah melalui sejumlah pertimbangan. Setianingsih telah menemukan adanya hubungan antara pemahaman konsep fisika dengan penalaran formal, yakni kegiatan berpikir yang berlandaskan pada teori perkembangan kognitif (Setianingsih, 2016).

Jika penelitian sebelumnya dilakukan di tingkat sekolah menengah pertama dan menghubungkan tingkat perkembangan kognitif dengan pelajaran matematika, maka penelitian ini mencoba jenjang yang lebih tinggi, yaitu SMA. Sebab di jenjang ini kemampuan kognitif siswa seharusnya telah mencapai kondisi terbaik mereka.

Flavell menjelaskan beberapa karakteristik dalam berpikir operasional formal yaitu berpikir kombinatorial, proposisional, refleksif dan hipotetik-deduktif (Muali et al., 2018). Berpikir kombinatorial artinya kemampuan anak untuk membuat kombinasi dari benda atau gagasan-gagasan yang ditemuinya atau membangun proporsi-proporsi yang memungkinkan. Berpikir proposisional artinya pemikiran anak tidak lagi dibatasi pada hal-hal yang konkret, artinya mereka dapat mengungkapkan apa yang mereka lakukan secara logis, meskipun itu berlawanan dengan apa yang mereka lihat/rasakan secara konkret. Berpikir hipotetik-deduktif merupakan kemampuan anak merumuskan kemungkinan hipotesis (jawaban sementara) dari suatu data atau masalah yang mereka hadapi, meskipun belum mampu menentukan kebenaran hipotesis tersebut. Sedangkan berpikir refleksif yaitu kemampuan anak melakukan refleksi atau memikirkan kembali kekeliruan atau kesalahan yang dilakukan sebelumnya untuk dapat memperbaikinya pada kesempatan selanjutnya.

Keempat kemampuan berpikir tersebut yang menjadi dasar pembuatan tes operasi logik yang digunakan untuk mendeteksi kemampuan operasional formal siswa SMA dalam penelitian ini. Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian Bujuri yang mengungkapkan bahwa pada usia 11-12 tahun ke atas atau sejak level Sekolah Dasar, seharusnya pada usia tersebut siswa sudah bisa belajar bukan hanya dengan metode kooperatif maupun inkuiri (Bujuri, 2018). Lebih dari itu, mereka sudah bisa belajar dengan menggunakan model pembelajaran konstruktivisme. Bahkan pada konteks pembelajaran matematika, anak sudah memiliki kemampuan menyelesaikan soal-soal dengan kemampuan sendiri dan membuat peta pemikiran mereka masing-masing.

Adapun materi fisika yang digunakan dalam tes operasi logik ini terdiri dari beberapa konsep. Tes kemampuan kognitif tidak dikhususkan hanya untuk satu jenis materi fisika saja. Tujuannya agar tidak terjadi kekeliruan interpretasi data akibat siswa yang tidak mahir dalam satu materi yang kebetulan dijadikan bahan dalam

tes operasi logik, sebab mungkin mereka cukup baik di materi lain. Diperlukan materi fisika yang umum dan luas untuk menjaga agar diperoleh data yang objektif. Pambudi & Wasis telah membuktikan hal tersebut di mana tingkat perkembangan kognitif yang meliputi kemampuan berpikir kombinatorial, proposisional, hipotetik-deduktif dan refleksif yang diperoleh berbeda-beda bahkan dalam satu materi yang dibagi dalam beberapa pertemuan (Pambudi & Wasis, 2013).

Oleh karena itu, guru juga harus mempertimbangkan tahapan kognitif yang berbeda-beda yang dimiliki oleh siswa. Hal ini dapat dilaksanakan dengan baik bila informasi tentang tingkat perkembangan kognitif siswa sudah dimiliki guru. Piaget menyatakan bahwa anak-anak dianggap siap mengembangkan konsep khusus jika memperoleh skemata yang diperlukan. Hal ini berarti anak-anak tidak dapat belajar jika tidak memiliki keterampilan kognitif. Artinya proses belajar mengajar menjadi terhambat bila penalaran formal siswa tidak sesuai dengan yang diperlukan.

## Metode Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan yaitu kuantitatif deskriptif, karena penelitian ini hanya mengungkap variabel tingkat perkembangan kognitif dengan apa adanya tanpa menghubungkan dengan variabel lain.

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan teknis tes. Instrumen yang digunakan berupa soal-soal operasi logik fisika berdasarkan karakteristik operasional formal yang dikemukakan Flavell yang terdiri dari empat jenis soal, yaitu kombinatorial, proposisional, refleksif dan hipotetik-deduktif (Muali et al., 2018).

Populasi dalam penelitian ini adalah siswa kelas XI IPA SMA di Kabupaten Bulukumba. Metode pengambilan sampel yang digunakan adalah *sampling area (Cluster Area Sampling)*. Berdasarkan teknik pengambilan sampel tersebut diperoleh enam sekolah yang menjadi sampel yaitu sekolah yang terletak di ibu kota (SMAN 2 Bulukumba dan MAN 1 Bulukumba), sekolah yang dekat dengan ibu kota (SMAN 1 Gantarang dan SMAN 1 Kindang), dan sekolah yang jauh dari kota (SMAN 1 Bulukumpa, dan SMAN 1 Rilau Ale). Peneliti menentukan

sampel individu yaitu lebih dari 15% dari jumlah siswa kelas XI IPA di masing-masing wilayah yang telah dibagi.

Analisis data hasil penelitian, maka terlebih dahulu didahului dengan validasi instrumen. Analisis validasi instrumen terdiri atas dua jenis, yaitu uji validitas item test dan reliabilitas test.

Penilaian operasi logik dilakukan untuk masing-masing operasi (kombinatorial, proposisional, hipotetik-deduktif dan refleksif). Skala penilaian kemampuan operasional formal siswa yang digunakan, diadaptasi dari buku Petunjuk Kegiatan Akademik IKIP Yogyakarta, yang dikonversi dalam bentuk persentase:

8,1 - 10 = (81 - 100)% = Sangat Menguasai

6,6 - 8,0 = (66 - 80)% = Menguasai

5,6 - 6,5 = (56 - 65)% = Cukup Menguasai

4,1 - 5,5 = (41 - 55)% = Kurang Menguasai

0 - 4,0 = ( 0 - 40)% = Tidak Menguasai

(Arikunto, 2015)

$$\text{Tingkat kemampuan (\%)} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor maksimum}} \times 100\% \quad \dots (1)$$

Jadi, siswa dikatakan menguasai tiap jenis operasi logik apabila sekurang-kurangnya telah masuk dalam kategori “cukup menguasai” atau memiliki persentase skor >56% untuk tiap jenis operasi logik.

## Hasil Penelitian dan Pembahasan

### *Hasil Penelitian*

Analisis deskriptif dilakukan untuk menentukan apakah siswa SMA di Kabupaten Bulukumba, yang diuji dengan menggunakan tes operasi logik (kombinatorial, proposisional, hipotetik-deduktif dan refleksif) telah berada pada tingkat perkembangan kognitif Operasional Formal.

Skor hasil tes operasional formal dianalisis dengan menggunakan persentase dan ditampilkan pada tabel 1.

**Tabel 1. Perbandingan Hasil Tes Operasi Logik pada Setiap Sekolah**

Nama Sekolah	Kombinatorial (%)	Hipotetik-Deduktif (%)	Proposional (%)	Refleksif (%)	Total
SMAN 2 BLK	26.26	45.00	17.60	26.26	115.12
SMAN 1	23.59	45.64	18.46	39.49	127.18
Rilau Ale					

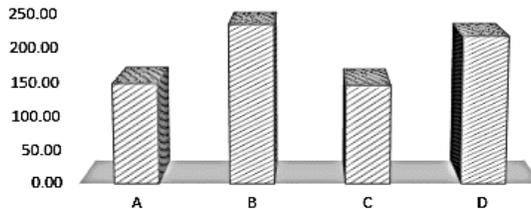
Nama Sekolah	Kombinatorial (%)	Hipotetik-Deduktif (%)	Proposional (%)	Refleksif (%)	Total
SMAN 1 Kindang	25.00	36.11	25.56	34.44	121.11
SMAN 1 Bulukumpa	21.21	36.97	30.91	39.39	128.48
SMAN 1 Gantarang	26.29	44.57	35.43	41.14	147.43
MAN 1 Bulukumba	25.63	25.63	17.50	36.25	105.00
Total	147.97	233.92	145.45	216.98	
<b>Rerata</b>	24.66	38.99	24.24	36.16	

Tabel tersebut menunjukkan bahwa di antara keempat jenis operasi logik, operasi hipotetik-deduktif menempati yang paling tinggi dibanding operasi yang lainnya, disusul kemudian oleh operasi refleksif. Sedangkan sekolah yang memperoleh skor total yang paling tinggi yaitu SMAN 1 Gantarang.

Tabel 1 memberikan gambaran hasil bahwa rata-rata persentase yang ditunjukkan pada setiap tes operasi logik menunjukkan bahwa siswa baru mencapai kategori “kurang menguasai” dan “tidak menguasai”. Bahkan

tidak ada satu sekolah pun yang berhasil mencapai 56% untuk mencapai kategori “cukup menguasai”. Siswa-siswa SMA, khususnya kelas XI belum mampu menjawab soal-soal operasi logik yang diberikan pada operasi manapun, sehingga ini berarti rata-rata siswa belum memasuki tahap operasional formal.

Grafik 1 menunjukkan perbandingan keempat tes operasi logik secara keseluruhan tanpa memisahkan jenis sekolah yang menjadi sampel penelitian.

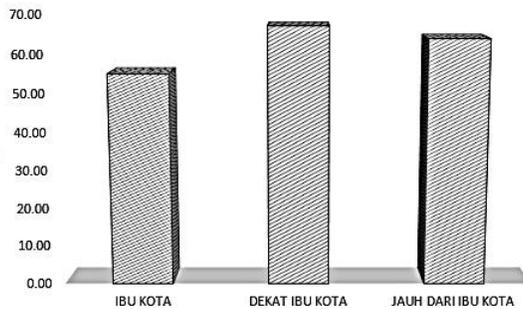


**Gambar 1. Perbandingan Total Hasil Tes Operasi Logik Keenam Sekolah (A= Kombinatorial; B=Hipotetik Deduktif; C= Propositional; D=Refleksif)**

Gambar 1 memberikan gambaran kemampuan operasi hipotetik-deduktif siswa hampir setara dengan kemampuan operasi refleksif, persentasenya yaitu 38,99% dan 36,16%. Begitu juga dengan kemampuan operasi

kombinatorial hampir setara dengan kemampuan operasi proposisional, persentasenya yaitu 24,66% dan 24,24%.

Peneliti juga membandingkan pencapaian siswa berdasarkan posisi sekolah, yaitu sekolah yang berada di ibu kota, dekat dengan ibu kota dan jauh dari ibu kota.



**Gambar 2. Perbandingan Hasil Tes Operasi Logik Berdasarkan Posisi Sekolah**

Gambar 2 menunjukkan bahwa sekolah yang berada dekat dengan Ibu Kota memiliki hasil tes operasi logik yang lebih baik dibandingkan sekolah yang berada di ibu kota dan sekolah yang berada jauh dari ibu kota. Meskipun demikian, perbedaan yang ditunjukkan tidak cukup signifikan.

## *Pembahasan*

Permasalahan-permasalahan yang dihadapi oleh guru di sekolah, tak lepas dari masalah ketidakmampuan siswa dalam menyerap pelajaran dan mengikuti proses pembelajaran. Berbagai hal yang mungkin menjadi kendala dalam masalah ini yaitu bagaimana model atau metode mengajar yang digunakan oleh guru. Namun betapa pun baiknya model/metode tersebut, ternyata masih banyak siswa yang kesulitan menerima dan memproses ilmu pengetahuan yang diperoleh dalam proses belajar mengajar. Jadi, masalah utama mengenai kendala yang dialami siswa bisa saja tak terletak pada guru, melainkan pada tingkat perkembangan kognitif siswa itu sendiri.

Instrumen tes operasi logik berupa tes operasional formal yang diberikan, meliputi empat (4) buah operasi, yaitu operasi kombinatorial, operasi hipotetik-deduktif, operasi proposisional dan operasi reflektif. Apabila siswa telah terbukti menguasai keempat jenis tes di atas, maka dapat dikatakan bahwa siswa telah berada pada tingkat

perkembangan kognitif yang seharusnya, yaitu periode operasional formal.

Apabila siswa dikategorikan dalam periode operasional formal, maka siswa telah menguasai keempat operasi logik yang disebutkan di atas. Apabila siswa hanya menguasai salah satu operasi tersebut, atau tidak menguasai keempatnya, maka ia belum dapat dikatakan menempati periode operasional formal. Sebab menurut *Flvell*, keempat operasi ini merupakan karakteristik yang harus dipenuhi pada periode operasional formal (Muali et al., 2018). Semua jenis operasi terdiri atas 5 butir soal. Jadi keseluruhan tes operasional formal terdiri dari 20 soal.

Siswa SMA (di atas 12 tahun) telah berada pada tahap perkembangan kognitif Operasional formal dengan ciri pokok perkembangan yaitu hipotetis, abstrak, deduktif-induktif, logis dan probabilitas. Tahap terakhir ini berhubungan dengan tahap sebelumnya (sensorimotor, praoperasional dan operasional konkrit), namun posisinya tidak bisa ditukarkan dengan tahap yang lain. Meskipun demikian, usia ketika memasuki

tahap operasional dapat berbeda-beda untuk setiap orang (Suparno, 2006).

Hasil penelitian yang diperoleh dari enam sekolah di Kabupaten Bulukumba yaitu bahwa rata-rata skor operasi logik yang diperoleh masing-masing sekolah menunjukkan siswa belum masuk pada tahap operasional formal. Ibda mengemukakan sejumlah kritik Mc. Garrigle dkk terhadap teori Piaget yang sejalan dengan hasil yang diperoleh dalam penelitian ini (Ibda, 2015). Mereka menganggap Piaget terlalu meremehkan kemampuan anak kecil dan berekspektasi terlalu tinggi pada anak-anak yang lebih tua. Sebab ternyata mayoritas anak pada usia yang ditetapkan Piaget belum mencapai tahap operasional formal.

Kritik yang lainnya menyambut dengan alasan serupa bahwa anak-anak yang berada pada tahap perkembangan kognitif seperti praoperasional dapat dilatih untuk melakukan penalaran tingkat tinggi sehingga siswa dapat menguasai kemampuan-kemampuan melebihi usia dan tahap kognitif yang seharusnya dimiliki (Mu'min, 2013).

Berbeda dengan kategori yang cetuskan Piaget, seorang ahli bernama Vygotsky memiliki pandangan yang cukup berbeda. Vygotsky berpendapat bahwa perkembangan kognitif anak tidak dapat terpisahkan dari konteks sosial, dalam hal ini lingkungan di luar dirinya. *Children, in this case, students must not be passive but must actively construct their knowledge* (Wahid et al., 2020).

Hal-hal tersebut yang kemudian menjadi penyebab rendahnya skor operasi logik yang diperoleh siswa SMA yang seharusnya sudah berada pada tahap operasional formal. Kemampuan siswa tidak sertamerta ditentukan oleh usia melainkan ditentukan oleh usaha dan pengaruh interaksi antara siswa dengan lingkungannya. Selain itu, kurangnya motivasi siswa dalam mempelajari fisika juga menjadi alasan mengapa mereka kesulitan menyelesaikan soal-soal operasi logik. Hal ini terpantau dalam pengamatan peneliti saat melakukan pengambilan data di tiap sekolah yang menjadi sampel penelitian.

Di antara keempat jenis operasi logik, kemampuan terbaik siswa tampak cukup menonjol pada operasi hipotetik-deduktif. Operasi inilah yang paling mungkin

untuk dikuasai oleh siswa dalam rangka memasuki tahap akhir perkembangan kognitif.

Berpikir hipotetik-deduktif merupakan kemampuan yang dimiliki anak untuk dapat merumuskan teori dan hipotesis, serta dapat menguji hipotesis tersebut. Bahkan tahap operasional formal disebut juga dengan tahap hipotetik-deduktif yang menggambarkan bahwa betapa kemampuan berpikir ini menjadi salah satu ciri utama tahap operasional formal (Riyanto, 2012).

Selain menganalisis jenis kemampuan berpikir siswa, peneliti juga membandingkan skor operasi logik antara siswa yang bersekolah di ibu kota, sekolah yang dekat dengan ibu kota dan sekolah yang jauh dengan ibu kota. Hasil yang diperoleh yaitu siswa yang tinggal dekat dengan ibu kota mencapai hasil yang lebih baik dibanding siswa yang tinggal di ibu kota dan jauh dari ibu kota. Meskipun demikian perbedaan tersebut tidak cukup signifikan.

Astini melakukan studi komparasi prestasi belajar antara siswa yang tinggal di kota dan di desa dan memperoleh hasil bahwa siswa yang tinggal di kota cenderung memiliki prestasi yang lebih baik (Astini, 2017). Namun yang perlu dicermati dalam hal ini yaitu hal yang mempengaruhi perkembangan kognitif menurut Vygotsky juga dipengaruhi oleh unsur lain seperti orang dewasa dan teman sebaya yang memiliki lebih banyak pengetahuan (Purnamasari, 2018).

Persentase yang ditunjukkan di setiap wilayah yang berbeda tersebut menunjukkan bahwa dekatnya jarak suatu wilayah dari ibu kota tidak menjamin kualitas tingkat perkembangan kognitif mereka. Para siswa yang tidak bersekolah di ibu kota memiliki persentase siswa yang memasuki periode operasional formal yang jauh lebih besar dibanding siswa di ibu kota. Hal ini menunjukkan bahwa lingkungan tempat tinggal atau pergaulan anak sangat mempengaruhi tingkat perkembangan kognitif mereka seperti yang diungkap oleh Piaget. Di ibu kota, dengan fasilitas kendaraan dan internet yang lengkap ternyata tidak menunjang

kebutuhan belajar mereka, melainkan dapat membawa anak ke dalam proses pergaulan yang tidak terkendali.

Rendahnya tingkat kemampuan berpikir siswa dapat disebabkan oleh tidak adanya latihan dalam menggunakan kemampuan berpikir tersebut. Bahkan seseorang selama hidupnya bisa tidak dapat mencapai tingkat kemampuan berpikir formal jika tidak pernah berlatih menggunakan kemampuan berpikir formalnya. Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa apa yang telah dilakukan oleh lembaga pendidikan formal belum mampu mengembangkan kemampuan siswa dalam berpikir.

Berdasarkan hasil penelitian yang banyak dilakukan oleh peneliti pendidikan dan psikologi pendidikan dapat dikatakan bahwa masa transisi dari tahap berpikir konkrit menuju tahap berpikir formal adalah masa yang sangat penting karena memerlukan latihan-latihan tertentu untuk dapat melalui tahap tersebut agar dapat mencapai tahap berpikir formal. Tanpa latihan, perkembangan intelektual seseorang besar kemungkinan tidak dapat mencapai tahap berpikir formal.

Hasil temuan penulis baik pada siswa SMU maupun mahasiswa di perguruan tinggi dapat menjadi bukti bahwa banyak individu yang tidak dapat melewati tahap transisi sehingga tidak dapat memasuki tahap berpikir formal.

### **Kesimpulan**

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagian besar siswa SMA di Kabupaten Bulukumba belum memasuki periode operasional formal dalam tingkat perkembangan kognitifnya. Dari keempat jenis operasi logik yakni kombinatorial, hipotetik-deduktif, proposisional dan refleksif, operasi yang paling memungkinkan untuk dikuasai siswa yaitu operasi hipotetik-deduktif. Selain itu, siswa di daerah yang dekat dari kota memiliki hasil skor operasi logik yang paling tinggi dibanding siswa yang berada di ibu kota dan siswa yang jauh dari ibu kota.

Peneliti selanjutnya agar dapat menindaklanjuti hasil dari penelitian yang menunjukkan bahwa wilayah yang dekat dari kota menunjukkan tingkat perkembangan

kognitif peserta didik paling tinggi dibanding wilayah ibu kota dan wilayah yang jauh dari ibu kota. Selain itu juga dapat dilakukan penelitian sejenis dengan ukuran sampel, referensi dan jenis operasi logik untuk tes operasional formal yang berbeda, guna memperkuat hasil penelitian ini. Penelitian yang akan datang dapat menindaklanjuti penelitian ini dengan melihat kategori soal-soal yang tidak dapat diselesaikan oleh peserta didik jika ia tidak dapat menguasai salah satu jenis operasi logik tertentu. Selain itu soal-soal yang digunakan dapat diperbaharui atau diadaptasi dengan menggunakan soal umum yang dapat digunakan oleh bidang lain di luar fisika.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. (2015). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan* (2nd ed.). Jakarta: Bumi Aksara.
- Astini, R. (2017). *Studi Komparatif Prestasi Belajar Siswa Kota di Kecamatan Sandubaya dengan Prestasi Belajar Siswa Desa di Kecamatan Narmada Tahun Pelajaran 2016/2017*. Universitas Mataram, Mataram.
- Bali, M. M. E. I. (2019). BINGO GAMES METHOD Upaya Meningkatkan Kemampuan Siswa Memecahkan Masalah Belajar Matematika. *KEGURU: Jurnal Ilmu Pendidikan Dasar*, 3(2), 48–59. <http://jurnal.stkippgri-bkl.ac.id/index.php/KGU/article/view/188>
- Bali, M. M. E. I. (2020a). Penerapan Model Pembelajaran Two Stay Two Stray dalam Meningkatkan Keaktifan Belajar Matematika. *Murobbi: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(1), 29–42.
- Bali, M. M. E. I. (2020b). Tipologi Interaksi Sosial dalam Meningkatkan Karakter Disiplin Siswa. *Edureligia: Jurnal Pendidikan Agama Islam*, 4(1), 47–62. <https://doi.org/https://doi.org/10.33650/edureligia.v4i1.1157>

- Bujuri, D. (2018). Analisis Perkembangan Kognitif Anak Usia Dasar dan Implikasinya dalam Kegiatan Belajar Mengajar. *LITERASI (Jurnal Ilmu Pendidikan)*, 9, 37.  
[https://doi.org/10.21927/literasi.2018.9\(1\).37-50](https://doi.org/10.21927/literasi.2018.9(1).37-50)
- Ibda, F. (2015). Perkembangan Kognitif. *Jurnal Intelektualita*, 3(1), 27-38.
- Juwantara, R. (2019). Analisis Teori Perkembangan Kognitif Piaget pada Tahap Anak Usia Operasional Konkret 7-12 Tahun dalam Pembelajaran Matematika. *Al-Adzka: Jurnal Ilmiah Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah*, 9, 27.  
<https://doi.org/10.18592/aladzkapgmi.v9i1.3011>
- Khadijah. (2016). *Perkembangan Kognitif Anak Usia Dini*. Medan: Perdana Publishing.
- Martawijaya, M. A., Haris, A., Asriadi, A., Umrawati, & Utami, L. (2012). Peranan Strategi Pembelajaran Berdasarkan Tingkat Perkembangan Kognitif dalam Pembelajaran Fisika pada Sekolah Menengah Pertama di Kota Makassar. *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika*, 8(3), 217-223.

- Muali, C., Islam, S., Bali, M. M. E. I., Hefniy, H., Baharun, H., Mundiri, A., Jasri, M., & Fauzi, A. (2018). Free Online Learning Based on Rich Internet Applications; The Experimentation of Critical Thinking about Student Learning Style. *Journal of Physics: Conference Series*, 1114(1), 1-6. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1114/1/012024>
- Mu'min, S. A. (2013). Teori Perkembangan Kognitif Jean Piaget. *Jurnal Al-Ta'dib*, 6(1), 89-99.
- Natsir, M. (2004). *Strategi Pembelajaran Fisika*. Makassar: Universitas Negeri Makassar.
- Oktavia, D., Bali, M. M. E. I., Rahman, H., Umar, U., Syakroni, A., & Widat, F. (2019). Exploration of Fine Motor Skills through the Application of Paint. *WESTECH*, 1-6. <https://doi.org/10.4108/eai.8-12-2018.2284038>
- Pambudi, A. S., & Wasis. (2013). Analisis Kesesuaian Proses Belajar Mengajar Fisika pada Materi Kemagnetan dengan Perkembangan Kognitif Siswa Di SMP Negeri 1 Babat. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 2(2). Retrieved from

<https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/inovasi-pendidikan-fisika/article/view/2997>

- Purnamasari, A. (2018). Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kemampuan Kognitif Anak Usia 5-6 Tahun di Taman Kanak-Kanak. *Kindergarten: Journal of Islamic Early Childhood Education*, 1(2), 124-132.
- Rahman, K., Wahid, A., Afandi, I., Bali, M. M. E. I., & Hakim, L. (2019). Effectiveness of Teams Teaching-Hybrid Learning (TTHL) in Higher Education. *WESTECH*, 1-6. <https://doi.org/10.4108/eai.8-12-2018.2284036>
- Rahmawati, K. N., & Kurniasari, I. (2016). Profil Berpikir Logis Siswa dalam Memecahkan Masalah Matematika Menggunakan Test of Piaget's Logical Operations (TLO) Ditinjau dari Kemampuan Matematika. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika: Mathedunesa*, 3(5), 200-209.
- Riyanto, Y. (2012). *Paradigma Baru Pembelajaran*. Jakarta: Kencana.

- Rosa, F. O. (2017). Eksplorasi Kemampuan Kognitif Siswa terhadap Kemampuan Memprediksi, Mengobservasi dan Menjelaskan Ditinjau dari Gender. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 5(2), 111-118.
- Setianingsih, E. (2016). *Hubungan antara Penalaran Formal dengan Pemahaman Konsep Fisika Siswa Kelas VIII MTsN Model Makassar Tahun Ajaran 2015/2016*. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, Makassar.
- Suparno, P. (2006). *Teori Perkembangan Kognitif Jean Piaget*. Yogyakarta: Kanisius.
- Syamsuddin, A. (2003). *Psikologi Kependidikan*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Syar, N. I., & Hamidah, I. (2015). Studi Literasi Pengembangan Bahan Ajar IPA Terpadu dengan Tema Cuaca Menggunakan 4 Steps Teaching Material Development (4S TMD). *Prosiding Simposium Nasional Inovasi Dan Pembelajaran Sains 2015 (SNIPS 2015)*. Presented at the Bandung. Bandung.
- Wahid, A. H., Najiburrahman, Rahman, K., Faiz, Qodriyah, K., Hambali, Bali, M. M. E. I., Baharun, H., & Muali, C. (2020). Effectiveness of Android-Based

**Jurnal Pedagogik**, Vol. 07 No. 02, Juli-Desember 2020  
ISSN : 2354-7960, E-ISSN : 2528-5793  
<https://ejournal.unuja.ac.id/index.php/pedagogik>

Mathematics Learning Media Application on Student  
Learning Achievement. *Journal of Physics: Conference  
Series*, 1-7. [https://doi.org/10.1088/1742-  
6596/1594/1/012047](https://doi.org/10.1088/1742-6596/1594/1/012047)