

BAB II

TINGKAT PEMAHAMAN MATERI BESARAN DAN SATUAN MENGUNAKAN TEORI APOS

A. Deskripsi Teori

1. Tingkat Pemahaman

Pemahaman berasal dari kata paham yang artinya mengerti benar dalam suatu hal. Pemahaman merupakan proses perbuatan, cara memahami.¹ Definisi pemahaman menurut Anas Sudijono adalah kemampuan seseorang untuk mengerti, mengetahui atau memahami sesuatu dan dapat melihatnya dari berbagai segi. Peserta didik dikatakan paham jika peserta didik tersebut mampu memberikan penjelasan atau uraian yang lebih rinci dengan menggunakan kata-katanya sendiri. Pemahaman merupakan jenjang kemampuan berpikir yang setingkat lebih tinggi dari ingatan dan hafalan.²

Pemahaman adalah tingkatan kemampuan yang mengharapkan seseorang mampu memahami arti atau konsep, situasi serta fakta yang diketahuinya. Artinya, seseorang tersebut tidak hanya hafal secara verbalitas, tetapi memahami konsep dari masalah atau fakta yang ditanyakan, maka

¹ Tim Penyusun Kamus Pusat Pembinaan dan Pengembangan Bahasa Depdikbud, *Kamus Besar Bahasa Indonesia*, (Jakarta: Balai Pustaka, 1990), hlm. 965.

² Anas Sudijono, *Pengantar Evaluasi Pendidikan*, (Jakarta : PT. Raja Grafindo Persada, 1996), hlm. 50.

operasionalnya dapat membedakan, mengubah, mempersiapkan, menyajikan, mengatur, menginterpretasi-kan, menjelaskan, mendemonstrasikan, memberi contoh, memperkirakan, menentukan, dan mengambil keputusan.³

Tingkat pemahaman adalah seberapa mampukah seseorang dalam menguasai dan membangun makna dari pikirannya serta seberapa mampukah seseorang tersebut menggunakan apa yang dikuasainya dalam keadaan lain.⁴ Bloom menjelaskan ada tiga tipe kemampuan pemahaman, yaitu: *pertama*, translasi (kemampuan menerjemahkan), yang *kedua* interpretasi (kemampuan menafsirkan), yang *ketiga* ekstrapolasi (kemampuan meramal). Menurut Richard, pengkategorian pemahaman atas dua jenis, yaitu pemahaman rasional dan pemahaman instrumental. Definisi untuk pemahaman rasional adalah “*knowing what to do and why*” sedangkan untuk pemahaman instrumental adalah “*rules without reason*”. Mrozak menjelaskan bahwa tingkatan pemahaman ada tiga yaitu: *pertama*, memahami makna pengertian dan istilah, artinya peserta didik harus memiliki pengetahuan tentang apa maksud dari simbol-simbol yang

³ Ngalim Purwanto, *Prinsip-Prinsip dan Teknik Evaluasi Pengajaran*, (Bandung : PT. Remaja Rosdakarya, 1997), hlm. 44.

⁴ Gigih Ardiantoro, “*Analisis Tingkat Pemahaman Siswa Berdasarkan Teori APOS dalam Memperlajari Persamaan Garis Lurus Ditinjau dari Aktivitas Belajar Siswa SMP Negeri 6 Nganjuk*”, Skripsi (Surakarta: Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret, 2013), hlm. 13.

diberikan dan apa kesesuaian arti yang ditunjukkan. *Kedua*, memahami pentingnya struktur obyek pemahaman dimana urutan tentang konsep-konsep dan istilah yang diterapkan. *Ketiga*, memahami tentang peran dari obyek pemahaman.⁵

Tingkat pemahaman peserta didik dalam proses pembelajaran dibagi atas 4 tingkatan, yaitu:⁶

- 1) Istimewa/maksimal didapat oleh peserta didik apabila seluruh bahan pelajaran yang diajarkan itu dapat dikuasai oleh peserta didik
- 2) Baik sekali/optimal yaitu apabila sebagian besar (76% sampai dengan 99%) bahan pelajaran yang disampaikan telah sempurna.
- 3) Baik/minimal terjadi pada peserta didik jika peserta didik tersebut menguasai 60% sampai 75% sedangkan balik.
- 4) Kurang, jika peserta didik hanya mampu menguasai materi kurang dari 60%.

2. Pembelajaran Fisika

Pembelajaran adalah proses interaksi pendidik dengan peserta didik dalam suatu lingkungan belajar atau bisa dikatakan bahwa pembelajaran dianggap sebagai upaya membelajarkan peserta didik agar memperoleh ilmu pengetahuan, penguasaan kemahiran, dan tabiat serta

⁵ Gigih, "*Analisis Tingkat Pemahaman Siswa...*". hlm. 13.

⁶ Syaiful Bahri Djamarah dan Azwan Zain, *Strategi Belajar Mengajar*, (Jakarta: PT. Asdi Mahasatya, 2006) hlm. 107.

pembentukan sikap dan kepercayaan pada peserta didik. Dalam pengertian lain pembelajaran juga diartikan sebagai penciptaan sistem lingkungan oleh pendidik yang memungkinkan terjadi proses belajar.⁷

Sadiman, pembelajaran adalah usaha-usaha memanipulasi sumber-sumber belajar yang terencana guna menciptakan suatu kondisi proses atau kegiatan belajar dalam diri peserta didik, dapat dikatakan bahwa pembelajaran adalah proses membelajarkan atau membuat peserta didik belajar.⁸ Miarso menjelaskan bahwa pembelajaran adalah proses pembentukan diri seseorang secara positif dalam kondisi tertentu dengan cara mengelola lingkungan dengan sengaja.⁹ Sejalan dengan Sadiman, Winkel juga menjelaskan bahwa pembelajaran adalah pengaturan dan penciptaan kondisi ekstern sedemikian rupa, sehingga menunjang proses belajar peserta didik dan tidak menghambat.¹⁰ Pengertian pembelajaran menurut Gagne dalam Eveline yaitu, *“Instruction is intended to promote learning, external situation need to be arranged to activate, support and*

⁷ Heri Ruhyabi, *Teori-Teori Belajar dan Aplikasi Pembelajaran Motorik*, (Majalengka : Referens, 2012) hlm. 6-7.

⁸ Indah Komsiyah, *Belajar dan Pembelajaran*, (Yogyakarta: Teras, 2012) hlm. 3-4.

⁹ Indah, *Belajar dan Pembelajaran*, hlm. 4.

¹⁰ Eveline Siregar dan Hartini Nara, *Teori Belajar dan Pembelajaran*, (Bogor: Ghalia Indonesia, 2011) hlm. 12.

maintain the internal processing that constitutes each learning event". Pembelajaran dimaksudkan menghasilkan belajar, situasi eksternal harus dirancang sedemikian rupa untuk mengaktifkan, mendukung dan mempertahankan proses internal yang terdapat dalam setiap peristiwa belajar.¹¹ UU No. 20 tahun 2003 tentang sistem pendidikan juga menjelaskan tentang pembelajaran, bahwa pembelajaran adalah proses interaksi peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar.¹²

Beberapa pengertian pembelajaran di atas dapat disimpulkan bahwa pembelajaran adalah suatu proses interaksi yang dilakukan oleh pendidik secara terstruktur guna menciptakan lingkungan belajar yang dapat membentuk perubahan positif dari diri peserta didik.

Sunarto yang dikemukakan oleh Albertus, fisika adalah bidang ilmu yang banyak membahas tentang alam dan gejalanya, dari yang bersifat riil (terlihat secara nyata) hingga yang bersifat abstrak atau bahkan hanya berbentuk teori yang pembahasannya melibatkan kemampuan imajinasi atau keterlibatan gambaran mental yang kuat.¹³ Sejalan dengan

¹¹ Eveline, *Teori Belajar dan Pembelajaran*, hlm. 12.

¹² Direktorat Jenderal Pendidikan Islam Departemen Agama RI, *Undang-Undang dan Peraturan Pemerintah RI tentang Pendidikan*, (Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Islam Departemen Agama RI, 2006), hlm. 7.

¹³ Albertus Djoko Lesmono, dkk., "*Jurnal Pembelajaran Fisika*", *Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jember*,

Sunarto, menurut Suriasumantri dalam Mundilarto pada dasarnya fisika merupakan abstraksi dari aturan atau hukum alam yang disederhanakan.¹⁴

Mundalarto juga memaparkan bahwa fisika adalah salah satu cabang ilmu pengetahuan alam yang pada dasarnya bertujuan untuk mempelajari dan memberi pemahaman kuantitatif terhadap berbagai gejala atau proses alam dan sifat-sifat zat serta penerapannya. Perumusan kuantitatif ini memungkinkan dilakukan analisis secara mendalam terhadap masalah yang dikaji dan dilakukan prediksi tentang hal-hal yang bakal terjadi berdasarkan model penalaran yang diajukan. Sifat kuantitatif fisika berkat bantuan matematika ini dapat meningkatkan daya prediksi dan kontrol fisika itu sendiri.¹⁵

Pengertian pembelajaran dan fisika di atas, dapat disimpulkan bahwa kegiatan pembelajaran fisika merupakan aktivitas yang dilakukan secara terencana oleh pendidik dan peserta didik dilakukan secara teratur guna mencapai suatu

http://library.unej.ac.id/client/en_US/default/search/asset/503;jsessionid=4EB6C34E7B3A9CDCD00F0DD9EA65BED0?qu=TEORI+FISIKA&ic=true&ps=300, diakses 14 November 2013, hlm. 1.

¹⁴ Mundilarto, “*Pengembangan Skenario Pembelajaran Fisika Berbasis Kompetensi*”, *Pendidikan Fisika FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta*, <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/130681033/PENGEMBAN%20SKENARIO%20PEMBELAJARAN%20FISIKA%20BERBASIS.pdf>, diakses 16 November 2013 hlm. 3.

¹⁵ Mundilarto, “*Pengembangan...*”, hlm. 4.

pemahaman yang lebih akan alam. Pengertian pembelajaran fisika ini sejalan dengan firman Allah SWT yang memerintahkan manusia untuk mempelajari alam sebagai tanda-tanda dari-Nya. Firman Allah SWT ini tertuang dalam Q.S. Ali Imran ayat 190 yang berbunyi:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَأَخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ
لِّأُولِي الْأَلْبَابِ

Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal.(Q.S. ali imran/2: 190).¹⁶

Ayat di atas, bahwa Allah SWT menguraikan sekelumit dari ciptaan-Nya dan memerintahkan kepada hamba-hamba-Nya untuk memahami dan merenungkan hasil ciptaan-Nya tersebut, sehingga menjadikan hamba-Nya tersebut semakin beriman dan mendekat kepada-Nya. Sekelumit hasil ciptaan Allah SWT antara lain : kerja langit yang sangat teliti, silih bergantinya malam dan siang, serta perputaran bumi pada porosnya.¹⁷ Beberapa tanda-tanda langit tersebut hanyalah sebagian kecil dari tanda-tanda yang telah diciptakan Allah SWT untuk direnungkan, karena dengan hanya melakukan dzikir kepada Allah SWT tidak

¹⁶ Departemen Agama RI, *Alqur'an dan Terjemahnya*, (Bandung: Diponegoro, 2008), hlm. 76.

¹⁷ M. Quraish Shihab, *Tafsir Al Misbah*, (Jakarta: PT. Lentera Hati), hlm. 370.

cukup untuk menjamin hadirnya hidayah, tetapi harus diiringi dengan mempelajari ciptaan-Nya dan rahasia-rahasia dari ciptaan-Nya tersebut.¹⁸

Proses pembelajaran mempunyai ciri-ciri bahwa proses belajar harus dilakukan dengan sengaja, kemudian membuat peserta didik belajar, sebelum pelaksanaan maka tujuan harus ditetapkan terlebih dahulu, dan juga dalam pelaksanaannya harus terkendali. Perbedaan karakter pada masing-masing materi harus dipertimbangkan, sehingga proses pembelajaran bias menambah wawasan peserta didik akan materi bukan sebaliknya malah menghambat peserta didik.¹⁹

3. Besaran dan Satuan

Materi besaran dan satuan merupakan materi yang memaparkan tentang pengukuran, benda yang diukur dan juga berkaitan dengan satuan atau standar yang digunakan dalam pengukuran.

¹⁸ Ahmad Mustafa Al Maraghi, *Tafsir Al Maraghi*, terj. Bahrun Abubakar, (Semarang: PT. Toha Putra Semarang, 1993), hlm. 290.

¹⁹ Eveline, *Teori Belajar dan Pembelajaran*, hlm 13.

a. Besaran²⁰

Besaran adalah segala sesuatu yang dapat diukur dan dinyatakan dengan angka. Besaran dibagi menjadi dua yaitu, besaran pokok dan besaran turunan. Besaran pokok adalah besaran yang satuannya telah ditetapkan terlebih dahulu dan tidak diturunkan dari besaran lain. Sedangkan besaran turunan adalah besaran yang diturunkan dari satu atau lebih besaran pokok. Contoh dari besaran turunan adalah satuan untuk luas, volume, gaya, dan lainnya.

b. Dimensi

Dimensi merupakan suatu besaran yang menggambarkan bagaimana besaran tersebut tersusun dari besaran-besaran pokok. Kegunaan awal dari dimensi adalah sebagai petunjuk awal benar atau salahnya suatu persamaan fisika, karena salah satu syarat kebenaran persamaan fisika yaitu kesamaan dalam dimensinya.²¹ Fungsi dimensi selain untuk menentukan benar atau tidaknya persamaan dan juga untuk menentukan setara atau tidaknya suatu persamaan, dimensi juga digunakan untuk menurunkan suatu persamaan jika kesebandingan

²⁰ Marthen Kanginan, *Fisika untuk SMA Kelas X*, (Jakarta: Erlangga, 2006), hlm. 25.

²¹ Purwoko & Fendi, *Physics for Senior High School year X*, (Jakarta: Yudhistira, 2009), hlm. 8.

besaran fisika tersebut dengan besaran-besaran fisika lainnya diketahui.²²

Contoh:

Cara mengetahui nilai x, y, z dari persamaan

$$F = km^x v^y r^z$$

Seperti yang telah kita ketahui bahwa dimensi dari

$$F = [M][L][T]^{-2}$$

Diketahui bahwa nilai $x = 1, y = 2, z = -1$ sehingga

$$\text{persamaannya menjadi } F = km^1 v^2 r^{-1} \text{ atau } F = k \frac{mv^2}{r}$$

Berikut adalah Tabel 2.1 dan Tabel 2.2 yang menjelaskan tentang hubungan besaran dengan dimensi:²³

Tabel 2.1 Besaran Pokok

Besaran Pokok	Satuan	Singkatan	Dimensi
Panjang	Meter	M	[L]
Massa	Kilogram	kg	[M]
Waktu	Sekon	s	[T]
Kuat arus listrik	Ampere	A	[I]
Suhu	Kelvin	K	[θ]
Jumlah zat	Mol	mol	[N]
Intensitas cahaya	Kandela	cd	[J]

²² Marthen, *Fisika untuk SMA Kelas X*, hlm. 32.

²³ Marthen, *Fisika untuk SMA Kelas X*, hlm. 28.

Tabel 2.2 Besaran Turunan

Besaran Turunan	Satuan	Lambang	Dimensi
Luas	m^2	A	$[\text{L}]^2$
Kecepatan	m s^{-1}	V	$[\text{L}][\text{T}]^{-1}$
Percepatan	m s^{-2}	A	$[\text{L}][\text{T}]^{-2}$
Gaya	kg m s^{-2}	F	$[\text{M}][\text{L}][\text{T}]^{-2}$
Tekanan	$\text{kg m}^{-1}\text{s}^{-1}$	P	$[\text{M}][\text{L}]^{-1}[\text{T}]^{-1}$
Usaha	$\text{kg m}^2\text{s}^{-2}$	W	$[\text{M}][\text{L}]^2[\text{T}]^{-2}$

c. Pengukuran

Pengukuran adalah proses membandingkan antara sesuatu dengan sesuatu yang lainnya yang dianggap sebagai patokan (*standar*) yang disebut satuan. Syarat satuan tersebut harus berupa satuan tetap, mudah diperoleh kembali, dan dapat diterima secara

internasional.²⁴ Dibawah ini merupakan macam-macam alat ukur tergantung pada satuan dari benda yang akan diukur:

1) Alat ukur panjang

Tabel 2.3 merupakan data sebagian dari alat ukur panjang berdasarkan kegunaannya.²⁵

Tabel 2.3 Alat Ukur Panjang

Alat	Susunan	Skala terkecil	Ketelitian	Kegunaan
Mistar	Skala utama	0,1 cm	0,05 cm	Mengukur panjang
Jangka sorong	Skala utama dan skala nonius	0,01 cm	0,005 cm	Mengukur panjang, diameter luar/dalam, kedalaman lubang
Mikrometer sekrup	Skala utama dan skala nonius	0,01 mm	0,005 mm	Mengukur panjang, diameter, ketebalan benda.

Gambar 2.1, Gambar 2.2, Gambar 2.3 adalah macam-macam gambar alat ukur panjang:

²⁴ E-book: Karyono, dkk., *Fisika untuk SMA dan MA Kelas X*, (Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional, 2009), hlm. 3-4.

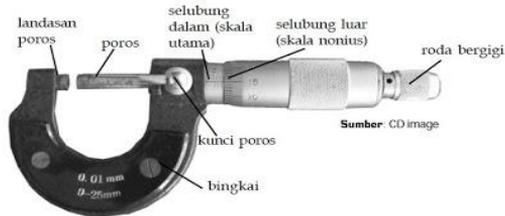
²⁵ E-book: Setya Nurachmandani, *Fisika 1: Untuk SMA/MA Kelas X*, (Jakarta : Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional, 2009), hlm.8-9.



Gambar 2.1 Mistar



Gambar 2.2 Jangka Sorong



Gambar 2.3 Mikrometer Sekrup

2) Alat ukur waktu

Alat ukur waktu yang sering digunakan adalah arloji dan stopwatch baik yang digital maupun yang analog. Alat ukur waktu yang sering digunakan adalah arloji dan stopwatch yang analog karena pembacaannya lebih tepat dan lebih jelas. Baik arloji maupun stopwatch sama-sama memiliki ketelitian

0,01 sekon.²⁶ Gambar 2.4 merupakan gambar salah satu alat ukur waktu.



Gambar 2.4 Stopwatch

3) Alat ukur massa

Alat ukur massa disebut neraca, neraca sendiri terdiri dari beberapa jenis antara lain: neraca analitis dua lengan, neraca ohaus, neraca lengan gantung, neraca digital, dan neraca elektronik. Untuk neraca analitis dua lengan dan neraca ohaus memiliki ketelitian 0,01 gram, sedangkan neraca digital memiliki ketelitian sampai 0,001 gram.²⁷ Gambar 2.5 merupakan salah satu alat ukur massa.

²⁶ Marthen, *Fisika untuk SMA Kelas X*, hlm. 6.

²⁷ E-book: Setya, *Fisika 1: Untuk SMA/MA Kelas X*, hlm. 10.



Gambar 2.5 Neraca

d. Ketidakpastian pada Pengukuran

Nilai besaran merupakan nilai hasil pengukuran yang mengandung angka taksiran. Angka taksiran ini menunjukkan adanya ketidakpastian dalam pengukuran. Ketidakpastian dalam pengukuran disebabkan oleh kesalahan dalam pengukuran.²⁸ Kesalahan dalam pengukuran bisa bersumber dari berbagai faktor, antara lain seperti ditunjukkan oleh Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Kesalahan dalam Pengukuran²⁹

Keteledoran	Kesalahan acak	Kesalahan sistematis
<ul style="list-style-type: none"> • Keterbatasan pengamat (kurang terampil menggunakan alat) • Kekeliruan pengamat dalam membaca skala yang ditunjukkan oleh alat ukur. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pengaruh lingkungan • Tidak dapat diprediksi • Tidak dapat dihilangkan tetapi dapat dikurangi 	<ul style="list-style-type: none"> • Dapat diprediksi dan dihilangkan • Disebabkan kesalahan kalibrasi, dan kesalahan komponen alat ukur • Jika kesalahan sistematis kecil maka data akurat, dan jika kesalahan sistematis besar maka data kurang akurat.

²⁸ Purwoko, *Physics for Senior High School year X*, hlm. 20.

²⁹ Marthen, *Fisika untuk SMA Kelas X*, hlm. 6.

e. Hasil Pengukuran³⁰

Data hasil pengukuran dibagi menjadi 2 yaitu, data tunggal dan data jamak. Data tunggal yaitu data yang dihasilkan dari pengukuran secara tunggal atau hanya sekali pengukuran, sedangkan data jamak yaitu data yang dihasilkan oleh pengukuran secara berulang. Dalam pengukuran tunggal ketidakpastian dapat ditentukan dengan menggunakan rumus

$$\Delta x = \frac{1}{2} \times \text{skala terkecil}$$

Pencarian ketidakpastian dalam pengukuran secara berulang dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\Delta x = \frac{1}{N} \sqrt{\frac{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}{N - 1}}$$

f. Angka Penting

1) Notasi ilmiah³¹

Notasi ilmiah adalah cara penulisan hasil pengukuran yang sangat kecil maupun sangat besar. Penulisan dalam notasi ilmiah adalah sebagai berikut:

$$a \times 10^n$$

³⁰ Marthen, *Fisika untuk SMA Kelas X*, hlm. 8-11

³¹ Marthen, *Fisika untuk SMA Kelas X*, hlm. 13.

Dimana a adalah *bilangan penting*, dan n disebut *orde besar* dan merupakan bilangan bulat. Contoh: angka 0,000031 ditulis dalam notasi ilmiah menjadi 3.1×10^{-5}

2) Aturan angka penting³²

Angka penting adalah angka-angka yang dihasilkan dari suatu pengukuran. Aturan angka penting sebagai yang ditunjukkan dalam Tabel 2.5 berikut.

Tabel 2.5 Aturan Angka Penting

Aturan-aturan angka penting
1. Semua angka bukan nol adalah angka penting
2. Semua angka nol yang terletak diantara angka bukan nol adalah angka penting
3. Angka nol yang terletak disebelah kanan angka bukan nol adalah angka penting, kecuali terdapat penjelasan khusus
4. Semua angka nol yang digunakan untuk menentukan letak desimal bukan termasuk angka penting
5. Semua angka puluhan, ratusan, dan seterusnya harus ditulis dengan menggunakan aturan notasi ilmiah.

3) Berhitung dengan angka penting.³³

Dalam perhitungan dengan menggunakan angka penting memiliki aturan-aturan seperti berikut:

³² Marthen, *Fisika untuk SMA Kelas X*, hlm. 14.

³³ Purwoko, *Physics for Senior High School year X*, hlm. 16-17.

a) Penjumlahan dan pengurangan

Banyaknya angka penting hasil operasi ditentukan oleh hanya boleh mengandung satu angka taksiran.

b) Perkalian dan pembagian

Banyaknya angka penting pada setiap operasi ditentukan oleh jumlah angka taksiran yang paling sedikit oleh masing-masing bilangan.

c) Pemangkatan dan penarikan akar

Banyaknya angka penting pada setiap operasi baik pemangkatan maupun pengakaran sama dengan jumlah angka penting yang dipangkatkan atau diakarkan.

d) Pembulatan

Aturan pembulatan yaitu jika angka yang dibulatkan lebih dari 5 maka dibulatkan ke atas sedangkan jika kurang dari 5 maka dibulatkan ke bawah. Sedangkan jika angka yang dibulatkan tepat 5, maka dilihat dari angka sebelum angka 5 tersebut, jika angka sebelumnya ganjil maka dibulatkan ke atas dan jika angka sebelumnya genap maka dibulatkan ke bawah.

4. Teori *Action, Process, Object, Schema* (APOS)

a. Pengertian Teori APOS

Dubinsky dan Mc Donald menjelaskna bahwa, Teori APOS adalah sebuah teori konstruktivitas tentang bagaimana peserta didik belajar konsep yang didasarkan pada teori perkembangan Piaget.³⁴ Istilah-istilah aksi (*action*), proses (*process*), obyek (*object*), dan skema (*schema*) pada hakekatnya merupakan konstruksi seseorang dalam upaya memahami sebuah ide atau konsep.³⁵

Ed Dubinsky sebagai pengembang Teori APOS mendasarkan teorinya pada pandangan bahwa pengetahuan dan pemahaman seseorang merupakan suatu kecenderungan seseorang untuk merespon terhadap suatu situasi dan merefleksikannya pada konteks sosial. Berkaitan dengan paradigma tersebut Astusti P. dkk. mengemukakan bahwa dalam menyelesaikan suatu masalah, terdapat dua hal yang harus dimiliki seseorang yaitu mengerti konsep dan memanfaatkannya ketika diperlukan. Asiala dkk. juga menyatakan bahwa tujuan

³⁴ Dubinsky & Mc Donald, “*APOS: A Constructivist Theory of Learning in Undergraduate Mathematics Education Research*”, link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-306-74231-7-25page1, diakses 14 November 2013, hlm. 2.

³⁵ Ed Dubinsky, “*Using a Theory of Learning in College Mathematics Courses*”, *Newsletter*, <http://ltsn.mathstore.ac.uk/newsletter/may2001/pdf/learning.pdf>, diakses 14 November 2013, hlm. 11.

yang ingin dicapai dari teori APOS adalah terbentuknya konstruksi mental siswa.³⁶

Menurut Suryadi dalam Zuhair proses berusaha memahami suatu ide akan dimulai dari suatu aksi mental terhadap ide tersebut dan pada akhirnya akan sampai pada konstruksi suatu skema tentang konsep tertentu yang tercakup dalam masalah yang diberikan.³⁷ Teori ini, hadir sebagai upaya untuk memahami tingkatan pemahaman peserta didik agar lebih mudah untuk dipahami yaitu dengan menjelaskan melalui empat tahap, yaitu tahap aksi, proses, objek, dan skema.³⁸

Berikut penjelasan masing-masing tahap teori APOS:

1) Aksi

Teori ini menyatakan bahwa aksi adalah perubahan yang dirasakan oleh individu karena adanya pengaruh dari luar. Perubahan terjadi karena adanya reaksi terhadap isyarat dari luar yang memberikan rincian tepat tentang langkah-langkah

³⁶ Dubinsky, “ *Using a Theory ...*”, hlm. 11.

³⁷ Muh. Zuhair Zahid, “*Eksplorasi Konstruksi Pengetahuan Matematika Siswa Kelas VIII SMP Negeri 1 Surakarta Menggunakan Teori Action, Process, Object, Scheme (APOS) pada Materi Pokok Faktor Bentuk Aljabar*”, Tesis (Surakarta: Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret, 2014), hlm. 15.

³⁸ Dubinsky, “ *Using a Theory...*” hlm. 11.

yang harus diambil.³⁹ Mulyono dalam Zuhair menjelaskan indikator pencapaian teori APOS pada tahap aksi sebagai berikut:⁴⁰

- a) Subyek hanya menerapkan rumus atau langsung menggunakan rumus yang diberikan
- b) Subyek hanya mengikuti contoh yang sudah diberikan sebelumnya
- c) Subyek memerlukan langkah-langkah rinci untuk melakukan transformasi
- d) Kinerja subyek berupa kegiatan prosedural

2) Proses

Aksi diulang-ulang kemudian individu merenungkan akan proses pengulangan tersebut, langkah ini berubah menjadi proses. Artinya konstruksi internal yang dibuat dengan melakukan tindakan yang sama, tetapi belum tentu tindakannya diarahkan oleh rangsangan dari luar.⁴¹ Mulyono menjelaskan dalam Zuhair indikator pencapaian teori APOS pada tahap proses sebagai berikut:⁴²

³⁹ Dubinsky, “*Using a Theory...*”, hlm. 12.

⁴⁰ Zuhair, “*Eksplorasi Konstruksi Pengetahuan Matematika Siswa...*” hlm. 16.

⁴¹ Dubinsky, “*Using a Theory...*”, hlm. 12.

⁴² Zuhair, “*Eksplorasi Konstruksi Pengetahuan Matematika Siswa...*” hlm. 17.

- a) Untuk melakukan transformasi subyek tidak perlu diarahkan dari rangsangan eksternal
 - b) Subyek dapat merefleksikan langka-langkah transformasi tanpa melakukan langkah-langkah tersebut secara nyata
 - c) Subyek dapat menjelaskan langka-langkah transformasi tanpa melakukan langkah-langkah tersebut secara nyata
 - d) Subyek bisa membalik langkah-langkah transformasi tanpa melakukan langkah-langkah secara nyata
 - e) Sebuah proses dirasakan oleh subyek sebagai hal yang internal dan di bawah control subyek tersebut
 - f) Subyek mencapai pemahaman prosedural
 - g) Subyek belum paham secara konseptual
- 3) Obyek

Ketika seseorang mampu melakukan konstruksi proses menjadi sebuah obyek kognitif. mencerminkan pada tindakan yang diterapkan pada proses tertentu, dan menjadi sadar akan proses sebagai suatu totalitas, dan dapat bertindak di atasnya, dan dapat pula benar-benar membangun transformasi tersebut, maka kita mengatakan individu telah mampu

mencapai tahap obyek.⁴³ Indikator pencapaian teori APOS pada tahap obyek menurut Mulyono dalam Zuhair sebagai berikut:⁴⁴

- a) Subyek dapat melakukan aksi-aksi pada obyek
 - b) Subyek dapat melakukan *de-encapsulating* suatu obyek kembali menjadi proses dari mana obyek itu berasal atau mengurai sebuah skema yang ditematisasi menjadi berbagai komponen
 - c) Subyek mencapai suatu pemahaman konseptual
 - d) Subyek dapat menentukan sifat-sifat suatu konsep
- 4) Skema

Sebuah skema untuk bagian tertentu adalah kumpulan aksi, proses, dan obyek, yang terhubung secara sadar dalam kerangka yang koheren dalam pikiran individu dan digunakan untuk menyelesaikan masalah yang melibatkan daerah fisik tersebut.⁴⁵ Di dalam Zuhair, Mulyono juga menjelaskan indikator pencapaian peserta didik ketika sudah mencapai tahap skema menurut teori APOS. Berikut adalah penjelasannya:⁴⁶

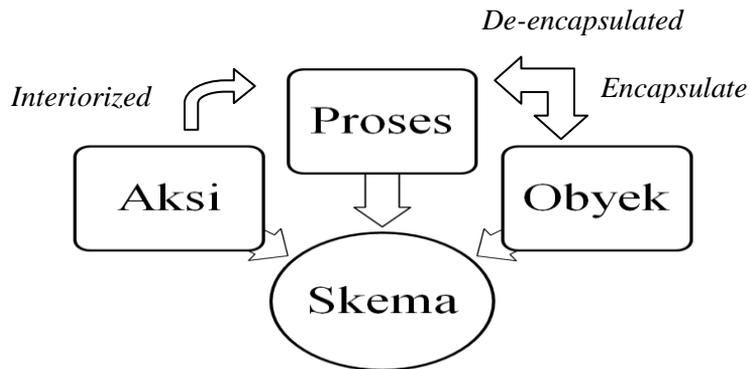
⁴³ Dubinsky, “*Using a Theory...*”, hlm. 12.

⁴⁴ Zuhair, “*Eksplorasi Konstruksi Pengetahuan Matematika Siswa...*” hlm. 18.

⁴⁵ Dubinsky, “*Using a Theory...*”, hlm. 12.

⁴⁶ Zuhair, “*Eksplorasi Konstruksi Pengetahuan Matematika Siswa...*” hlm. 19.

- a) Subyek dapat menghubungkan aksi, proses, obyek, suatu konsep dengan konsep lainnya
- b) Subyek mampu menghubungkan obyek-obyek dan proses-proses dengan bermacam cara
- c) Subyek memahami hubungan-hubungan antara aksi, proses, obyek, dan sifat-sifat lain yang telah dipahaminya
- d) Subyek memahami berbagai aturan/rumus yang perlu dilibatkan/digunakan



Gambar 2.6 Ilustrasi Proses Pemahaman Menurut Teori APOS⁴⁷

Jika teori APOS dan konstruktifisme ini diterapkan dalam pembelajaran fisika, maka pemahaman

⁴⁷ Lasmi Nurdin, “Analisis Pemahaman Siswa Tentang Barisan Berdasarkan Teori APOS (Action, Process, Object, and Scheme)”, (Semarang: FMIPA UNNES, 2012), <http://bagah.files.wordpress.com/2012/06/analisis-pemahaman-siswa-tentang-barisan-berdasarkan-teori-apos.pdf>, diakses 14 November 2013, hlm. 6.

konsep atau hasil dari proses pembelajaran fisika dapat dijelaskan melalui keempat tahap perkembangan teori APOS tersebut. Tingkat pemahaman dari masing-masing individu akan berbeda tergantung dari modal awal pemahaman peserta didik akan materi, seberapa keras peserta didik tersebut berusaha memahami materi, dan seberapa tinggi tingkat kecerdasan dari masing-masing peserta didik dalam merespon materi.

Keempat komponen dari teori APOS, yaitu aksi, proses, obyek, dan skema telah dibahas pengertiannya secara hirarkis (berurutan). Hal ini disebabkan setiap pembahasan satu komponen saling berkaitan dengan komponen lainnya secara berurutan.⁴⁸

Penjelasan tingkat pemahaman sebelumnya telah memaparkan bahwa tingkat pemahaman adalah seberapa mampukan seseorang dalam menguasai dan membangun makna dari pikirannya serta seberapa mampukan seseorang tersebut menggunakan apa yang kuasanya dalam keadaan lain.⁴⁹ Sedangkan teori APOS adalah sebuah teori konstruktivitas bagaimana peserta didik

⁴⁸ Ely Vivi Purwindari, “*Implementasi Teori Belajar APOS (Action, Proses, Object, Schema) dengan Pendekatan Siklus ACE Activities, Class Discussion, Exercise) DI SMPN 1 UDANAWU BLITAR*”, Skripsi (Malang: Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Malang, 2007), hlm. 18.

⁴⁹ Gigih, “*Analisis Tingkat Pemahaman Siswa...*”, hlm. 13.

belajar konsep yang dijelaskan dalam istilah-istilah aksi (*action*), proses (*process*), obyek (*object*), dan skema (*schema*) yang pada hakekatnya merupakan konstruksi seseorang dalam upaya memahami sebuah ide atau konsep.⁵⁰ Hubungan antara tingkat pemahaman dengan teori APOS, yaitu tingkat pemahaman sendiri adalah tingkatan bagaimana peserta didik memahami materi sedangkan teori APOS merupakan penjelas sampai mana tingkatan yang dicapai peserta didik tersebut pada suatu materi dalam hal ini adalah materi besaran dan satuan. Jadi fungsi teori APOS di sini adalah sebagai alat ukur untuk menjelaskan tingkatan pemahaman peserta didik.

Tabel 2.6 Kriteria Pemahaman Materi Besaran dan Satuan Menggunakan teori APOS

Materi	Kerangka Teori APOS	Kriteria
Besaran dan Satuan	Aksi	Peserta didik dapat: <ul style="list-style-type: none"> • Menentukan macam-macam besaran • Menyebutkan contoh dari besaran pokok dan besaran turunan • Menyebutkan contoh dimensi dari suatu besaran, baik besaran pokok maupun besaran turunan • Menyebutkan alat ukur

⁵⁰ Dubinsky, “*Using a Theory of Learning...*”, hlm. 11.

Materi	Kerangka Teori APOS	Kriteria
		<p>panjang, massa dan waktu</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menyebutkan jumlah angka penting pada suatu hasil pengukuran atau dalam suatu perhitungan • Membedakan antara angka penting dan angka tidak penting
	Proses	<p>Peserta didik dapat menjelaskan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cara menentukan besaran pokok dan besaran turunan • Cara membedakan antara besaran pokok dan besaran turunan • Cara pembentukan dimensi dari suatu besaran, baik besaran pokok maupun besaran turunan • Cara menggunakan alat ukur panjang, massa, dan waktu • Cara membaca skala dalam suatu alat ukur panjang, massa, dan waktu • Cara menentukan jumlah angka penting dalam suatu pengukuran atau dalam suatu

Materi	Kerangka Teori APOS	Kriteria
		perhitungan
	Obey	Peserta didik dapat menjelaskan: <ul style="list-style-type: none"> • Definisi besaran pokok dan turunan • Definisi dimensi • Kegunaan dari dimensi • Definisi pengukuran • Kegunaan dari alat ukur panjang, massa, dan waktu • Bagian-bagian dari alat ukur panjang, massa, dan waktu • Definisi angka penting • Aturan-aturan dalam penentuan jumlah angka penting • Aturan-aturan dalam proses perhitungan angka penting
	Skema	Peserta didik dapat: <ul style="list-style-type: none"> • Menentukan dimensi dari suatu besaran fisika • Melakukan pengukuran dengan benar berkaitan dengan besaran pokok panjang, massa, dan waktu • Membaca nilai yang ditunjukkan alat ukur secara tepat serta menuliskan hasil

Materi	Kerangka Teori APOS	Kriteria
		pengukuran sesuai dengan aturan penulisan angka penting

b. Karakteristik Teori Belajar APOS

Dubinsky dalam Ely Vivi Purwindari mengungkapkan bahwa APOS merupakan teori dalam pembelajaran, karena memenuhi enam karakteristik teori pembelajaran. Keenam karakteristik tersebut adalah:⁵¹

- 1) Mendukung prediksi. Kemampuan prediktif dari teori APOS berada pada pernyataan yang tegas, yaitu bahwa peserta didik membuat konstruksi mental tertentu, maka peserta didik tersebut akan belajar topik materi tertentu.
- 2) Dapat digunakan untuk menjelaskan. Teori APOS dapat digunakan untuk menjelaskan tentang keberhasilan dan kegagalan peserta didik dalam belajar.
- 3) Dapat diterapkan pada fenomena yang luas. Teori APOS dapat digunakan oleh para pengamat pendidikan, dan orang lain yang tertarik dengan teori ini.

⁵¹ Ely Vivi Purwindari, “Implementasi Teori Belajar APOS...”, hlm. 20-22.

- 4) Membantu mengorganisasikan pikiran tentang fenomena yang luas. Teori APOS dapat digunakan untuk mengorganisasikan pikiran seseorang tentang bagaimana peserta didik dapat belajar tentang konsep tertentu.
- 5) Sebagai alat analisis data. Suatu metode yang sangat khusus dalam menggunakan teori APOS untuk menganalisis data tentang keberhasilan dan kegagalan peserta didik.
- 6) Memberi suatu istilah untuk dikomunikasikan dalam pembelajaran.

B. Kajian Pustaka

Penelitian ini penulis mencoba menggali informasi dari buku-buku maupun skripsi sebagai bahan pertimbangan untuk membandingkan masalah-masalah yang diteliti baik dari segi metode maupun obyek yang diteliti.

Pertama, skripsi yang ditulis oleh Pra Panca Agustini dengan judul “*Analisis tentang Himpunan Berdasarkan Teori APOS pada Siswa Kelas VII SMP Negeri I Karangrejo Tulungagung*”. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan tingkat pemahaman siswa pada materi himpunan pada siswa kelas VII SMP Negeri I Karangrejo Tulungagung. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dan jenis penelitian deskriptif. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan tes tertulis dan wawancara. Sumber data penelitian adalah hasil jawaban materi

himpunan dari siswa sendiri. Berdasarkan hasil analisis data diperoleh tingkat pemahaman siswa pada materi himpunan berada pada empat tahap dari teori APOS yaitu tahap aksi, proses, obyek dan skema. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara umum tingkat pemahaman siswa kelas VII SMP Negeri I Karangrejo Tulungagung tentang himpunan berada pada tahap proses menurut kerangka teori APOS.⁵²

Kedua, jurnal terbitan dari jurusan matematika FMIPA UNNES yang ditulis oleh Mulyono dengan judul “*Pemahaman Mahasiswa Field Dependent dalam Merekonstruksi Konsep Grafik Fungsi*”. Mulyono melakukan penelitian dengan memberikan soal-soal tentang materi grafik fungsi kepada mahasiswa. Setelah jawaban dikumpulkan kemudian jawaban tersebut dianalisis untuk menentukan seberapa dalam mahasiswa dalam memahami grafik fungsi. Hasil pengukuran tingkat pemahaman mahasiswa bergaya kognitif FD dalam mengkonstruksi konsep grafik fungsi berorientasi teori APOS adalah 1) Kinerja dalam tahap-tahap APOS tidak semua dilakukan dengan sempurna. Ketidaksempurnaan tersebut terdapat pada tahap aksi dan tahap proses, yaitu dalam hal mencari range fungsi, titik kritis, nilai ekstrim, dan titik belok. 2) Analisis yang disarankan kurang runtun. 3) Jaringan skema grafik fungsi sudah

⁵² Prapanca Agustini, “*Analisis Pemahaman Tentang Himpunan Berdasarkan Teori APOS pada Siswa Kelas VII SMP Negeri I Karangrejo Tulungagung*”, Skripsi (Malang: Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Malang, 2007).

koheren, tetapi masih ada hal-hal yang belum dikuasai. Hal yang belum dikuasai adalah mencari fungsi range, titik kritis, nilai ekstrim, dan titik belok.⁵³

Ketiga, skripsi yang ditulis oleh Gigih Ardiantoro dengan judul “*Analisis Tingkat Pemahaman Siswa Berdasarkan Teori APOS dalam Mempelajari Persamaan Garis Lurus Ditinjau dari Aktivitas Belajar Siswa SMP Negeri 6 Nganjuk*”. Penelitian dilakukan dengan wawancara dan pemberian tugas.⁵⁴

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemahaman peserta didik terbagi menjadi tiga tingkatan, yaitu:

1. Tingkat pemahaman dengan aktivitas belajar rendah berdasarkan teori APOS. Peserta didik hanya mengingat atau mengerjakan soal dengan berdasarkan pengetahuan mereka atau yang mereka ingat yang pernah disampaikan oleh guru. Jadi berdasarkan hal tersebut, maka peserta didik berada pada tahap aksi.
2. Tingkat pemahaman peserta didik dengan aktivitas belajar sedang berdasarkan teori APOS. Menunjukkan bahwa peserta didik dengan aktivitas belajar sedang mampu untuk memilih langkah untuk memudahkan dalam menyelesaikan pekerjaan meskipun cara yang digunakan sama dengan cara guru.

⁵³ Mulyono, “*Pemahaman Mahasiswa Field Dependent dalam Merekonstruksi Konsep Grafik Fungsi*”, Jurnal Matematika FMIPA UNNES (Vol. 3, No. 3, Juni/2012), <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/kreano/article/view/2612/2671>, diakses 13 November 2013.

⁵⁴ Gigih, “*Analisis Tingkat Pemahaman...*”, hlm. 22.

Berdasarkan ha tersebut, dapat disimpulkan bahwa peserta didik pada tahap proses.

3. Tingkat pemahaman peserta didik dengan aktivitas belajar tinggi berdasarkan teori APOS. Menunjukkan bahwa peserta didik mampu melihat adanya hubungan antara permasalahan persamaan garis lurus yang melalui dua titik dengan permasalahan persamaan garis lurus yang melalui sebuah titik dan bergradien tertentu. Sehingga dapat disimpulkan bahwa peserta didik berada pada tingkat pemahaman obyek.

Berbeda dari penelitian sebelumnya yang membahas tentang tingkat pemahaman peserta didik pada materi matematika, maka dalam hal ini peneliti akan menindak lanjuti penelitian yang sudah ada dan akan menggali informasi yang lebih dalam, mengenai tingkat pemahaman peserta didik dalam proses pembelajaran fisika materi besaran dan satuan di MA Tajul Ulum Brabo.