

FISIKA DAN PEMBELAJARANNYA

Oleh

**Drs. Sutrisno, M.Pd.
NIP. 195801071986031001**

**JURUSAN PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2009**

1. Hakekat IPA

Sebagian besar orang memahami bahwa ilmu pengetahuan alam disingkat IPA atau kata yang lain adalah sains terdiri dari fisika, biologi dan kimia. Jika ditanya lebih jauh mengenai hakekat IPA, setiap orang dapat dan akan menjawab sesuai dengan sudut pandang yang digunakannya. Hal itu benar karena memang IPA dapat diartikan secara berbeda menurut sudut pandang yang digunakan. Sebagian besar orang memandang IPA sebagai kumpulan informasi ilmiah, sedangkan para ilmuwan memandang IPA sebagai sebuah cara (metoda) untuk menguji dugaan (hipotesis), dan para ahli filsafat memandang IPA sebagai cara bertanya tentang kebenaran dari segala sesuatu yang diketahui. Masing-masing pandangan itu adalah benar menurut sudut pandang yang digunakannya, masalahnya adalah apakah masing-masing pandangan itu sudah cukup memberikan gambaran yang komprehensif mengenai hakekat IPA ?

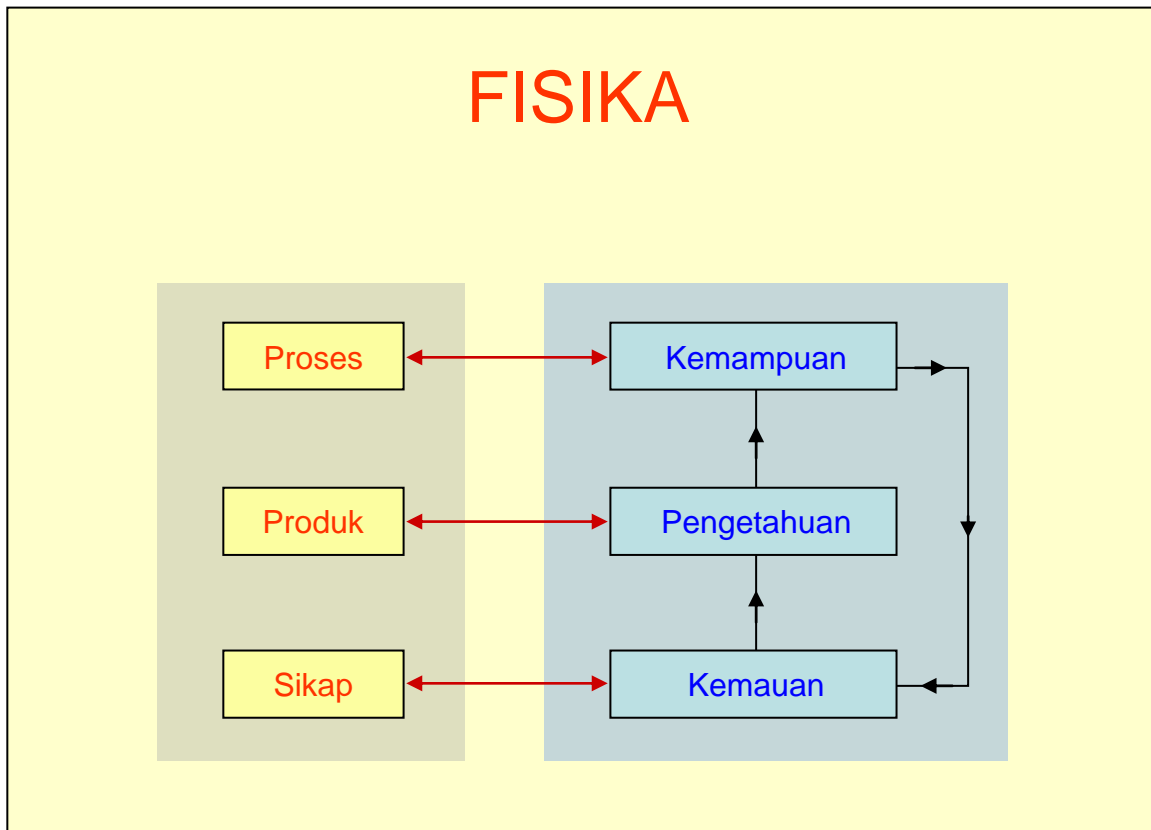
Pandangan dan pendapat para pendidik dan pengajar termasuk guru mengenai hakekat IPA termasuk fisika di dalamnya sangatlah penting. Bagaimana mungkin guru IPA dapat merencanakan, melaksanakan dan mengevaluasi pembelajaran IPA dengan baik, jika ia belum memahami hakekat IPA ?. Oleh sebab itu, dalam kesempatan yang relatif pendek ini, marilah kita samakan persepsi kita mengenai hakekat IPA termasuk fisika di dalamnya, sebelum kita berbicara lebih jauh mengenai pembelajaran fisika.

Collette dan Chiappetta (1994) menyatakan bahwa “sains pada hakekatnya merupakan sebuah kumpulan pengetahuan (*“a body of knowledge”*), cara atau jalan berpikir (*“a way of thinking”*), dan cara untuk penyelidikan (*“a way of investigating”*)”. Dengan mengacu kepada pernyataan ini ternyata bahwa, pandangan kebanyakan orang, pandangan para ilmuwan, dan pandangan para ahli filsafat yang dikemukakan di atas tidaklah salah, melainkan masing-masing hanya merupakan salah satu dari tiga hakekat IPA dalam pernyataan itu. Dengan demikian dapat dikatakan sebaliknya bahwa, pernyataan Collette dan Chiappetta di atas merupakan pandangan yang komprehensif atas hakekat IPA atau sains.

Istilah lain yang juga digunakan untuk menyatakan hakekat IPA adalah IPA sebagai produk untuk pengganti pernyataan IPA sebagai sebuah kumpulan pengetahuan (*“a body of knowledge”*), IPA sebagai sikap untuk pengganti pernyataan IPA sebagai cara atau

jalan berpikir (“*a way of thinking*”), dan IPA sebagai proses untuk pengganti pernyataan IPA sebagai cara untuk penyelidikan (“*a way of investigating*”).

Karena fisika merupakan bagian dari IPA atau sains, maka sampai pada tahap ini kita dapat menyamakan persepsi bahwa hakekat fisika adalah sama dengan hakekat IPA atau sains, hakekat fisika adalah sebagai produk (“*a body of knowledge*”), fisika sebagai sikap (“*a way of thinking*”), dan fisika sebagai proses (“*a way of investigating*”). Berikut ini akan dikemukakan lebih rinci mengenai hakekat fisika itu.

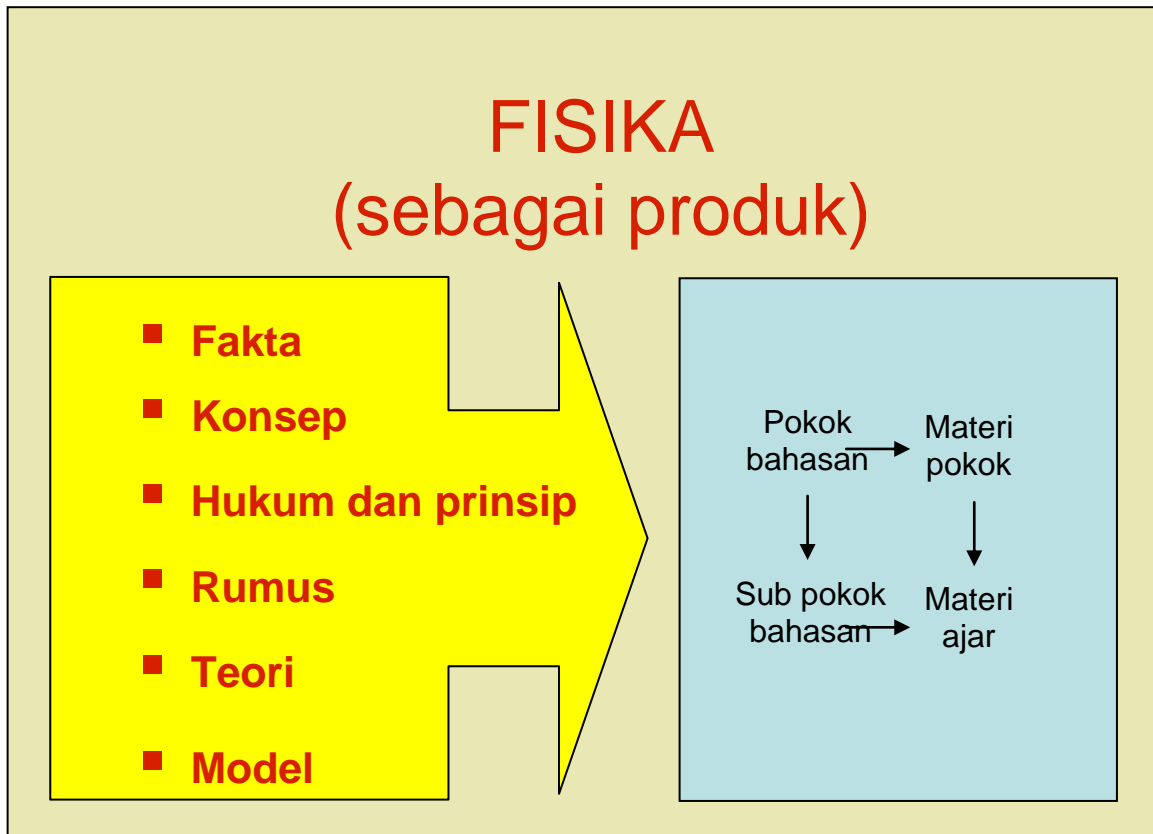


Gambar 1. Hakekat fisika

2. Fisika sebagai produk

Dalam rangka pemenuhan kebutuhan manusia, terjadi interaksi antara manusia dengan alam lingkungannya. Interaksi itu memberikan pembelajaran kepada manusia sehingga menemukan pengalaman yang semakin menambah pengetahuan dan kemampuannya serta berubah perilakunya. Dalam wacan ilmiah, hasil-hasil penemuan dari berbagai kegiatan penyelidikan yang kreatif dari pada ilmuwan dinventarisir,

dikumpulkan dan disusun secara sistematis menjadi sebuah kumpulan pengetahuan yang kemudian disebut sebagai produk atau “a body of knowledge”. Pengelompokan hasil-hasil penemuan itu menurut bidang kajian yang sejenis menghasilkan ilmu pengetahuan yang kemudian disebut sebagai fisika, kimia dan biologi. Untuk fisika, kumpulan pengetahuan itu dapat berupa *fakta, konsep, prinsip, hukum, rumus, teori* dan *model*.



Gambar 2. Fisika sebagai produk

a. Fakta

Fakta adalah keadaan atau kenyataan yang sesungguhnya dari segala peristiwa yang terjadi di alam. Fakta merupakan dasar bagi konsep, prinsip, hukum, teori atau model. Sebaliknya kita juga dapat menyatakan bahwa, konsep, prinsip, hukum, teori, dan model keberadaannya adalah untuk menjelaskan dan memahami fakta.

b. Konsep

Konsep adalah abstraksi dari berbagai kejadian, objek, fenomena dan fakta. Konsep memiliki sifat-sifat dan atribut-atribut tertentu. Menurut Bruner, Goodnow dan Austin

(collette dan chiappetta : 1994) konsep memiliki lima elemen atau unsur penting yaitu nama, definisi, atribut, nilai (value), dan contoh. Yang dimaksud dengan atribut itu misalnya adalah warna, ukuran, bentuk, bau, dan sebagainya. Sesuai dengan perkembangan intelektual anak, keabstrakan dari setiap konsep adalah berbeda bagi setiap anak. Menurut Herron dan kawan-kawan (dalam Collette dan Chiappetta 1994), konsep fisika dapat dibedakan atas konsep yang baik contoh maupun atributnya dapat diamati, konsep yang contohnya dapat diamati tetapi atributnya tidak dapat diamati, dan konsep yang baik contoh maupun atributnya tidak dapat diamati.

c. Prinsip dan hukum

Istilah prinsip dan hukum sering sering digunakan secara bergantian karena dianggap sebagai sinonim. Prinsip dan hukum dibentuk oleh fakta atau fakta-fakta dan konsep atau konsep-konsep. Ini sangat perlu dipahami bahwa, hukum dan prinsip fisika tidaklah mengatur kejadian alam (fakta), melainkan kejadian alam (fakta) yang dijelaskan keberadaannya oleh prinsip dan atau hukum.

d. Rumus

Rumus adalah pernyataan matematis dari suatu fakta, konsep, prinsip, hukum, dan teori. Dalam rumus kita dapat melihat saling keterkaitan antara konsep-konsep dan variable-variabel. Pada umumnya prinsip dan hukum dapat dinyatakan secara matematis.

e. Teori

Teori disusun untuk menjelaskan sesuatu yang tersembunyi atau tidak dapat langsung diamati, misalnya teori atom, teori kinetik gas, teori relativitas. Teori tetapi teori tidak mungkin menjadi hukum atau fakta. Teori bersifat tentatif sampai terbukti tidak benar dan diperbaiki. Hawking (1988) yang dikutip oleh Collette dan Chiappetta (1994) menyatakan bahwa “kita tidak dapat membuktikan kebenaran suatu teori meskipun banyak hasil eksperimen mendukung teori tersebut, karena kita tidak pernah yakin bahwa pada waktu yang akan datang hasilnya tidak akan kontradiksi dengan teori tersebut, sedangkan kita dapat membuktikan ketidakbenaran suatu teori cukup dengan hanya satu bukti yang menyimpang. Jadi, teori memiliki fungsi yang berbeda dengan fakta, konsep maupun hukum”

f. Model

Model adalah sebuah presentasi yang dibuat untuk sesuatu yang tidak dapat dilihat.. Model sangat berguna untuk membantu memahami suatu fenomena alam, juga berguna untuk membantu memahami suatu teori. Sebagai contoh, model atom Bohr membantu untuk memahami teori atom.

3. Fisika sebagai proses

IPA sebagai proses atau juga disebut sebagai "*a way of investigating*" ememberikan gambaran mengenai bagaimana para ilmuwan bekerja melakukan penemuan-penemuan, jadi IPA sebagai proses memeberikan gambaran mengenai pendekatan yang digunakan untuk menyusun pengetahuan. Dalam IPA dikenal banyak metoda yang menunjukkan usaha manusia untuk menyelesaikan masalah. Para ilmuwan astronomi misalnya, menyusun pengetahuan mengenai astronomi dengan berdasarkan kepada observasi dan prediksi. Ilmuwan lain banyak yang menyusun pengetahuan dengan berdasarkan kepada kegiatan laboratorium atau eksperimen yang terfokus pada hubungan sebab akibat.

Sampai pada tahap ini kiranya cukup jelas bahwa, untuk memahami fenomena alam dan hukum-hukum yang berlaku, perlu dipelajari objek-objek dan kejadian-kejadian di alam itu. Objek-objek dan kejadian-kejadian alam itu harus diselidiki dengan melakukan eksperimen dan observasi serta dicari penjelasannya melalui proses pemikiran untuk mendapatkan alasan dan argumentasinya. Jadi pemahaman fisika sebagai proses adalah pemahaman mengenai bagaimana informasi ilmiah dalam fisika diperoleh, diuji, dan divalidasikan.

Dari uraian di atas kiranya dapat disimpulkan bahwa pemahaman fisika sebagai proses sangat berkaitan dengan kata-kata kunci fenomena, dugaan, pengamatan, pengukuran, penyelidikan, dan publikasi. Pembelajaran yang merupakan tugas guru termasuk ke dalam bagian mempublikasikan itu. Dengan demikian pembelajaran fisika sebagai proses hendaknya berhasil mengembangkan keterampilan proses sains pada diri siswa. Jenis keterampilan proses yang dimaksud adalah seperti yang terdapat dalam gambar 3 berikut ini.

FISIKA (sebagai proses)



Gambar 3. Fisika sebagai proses.

Indikator dari setiap keterampilan proses pada gambar 3 di atas, adalah seperti yang tercantum dalam table 1 di bawah ini.

KPS	Indikator KPS
1. Mengamati (observasi)	<ul style="list-style-type: none"> • Menggunakan alat indera yang sesuai. • Memberi penjelasan apa yang diamati. • Memilih bentuk pengamatan yang sesuai. • Mencatat persamaan, perbedaan, keteraturan. • Membandingkan (lebih banyak/...../...../...../.....). • Membuat pengamatan dalam perioda tertentu. • Mencatat kekecualian/atau hal yg tak diharapkan. • Menjelaskan suatu pola. • Menemukanali (identifikasi menurut pola tertentu).

<p>2. Mengklasifikasi / Kategorisasi / seriasi</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Memberi urutan pada peristiwa yang terjadi. • Mencari persamaan dan perbedaan. • Menentukan kriteria pengelompokkan. • Menempatkan pada kelompok tertentu berdasarkan kriteria. • Memilih (memisahkan dengan jumlah kelompok tertentu). • Mengelompokkan berdasarkan ciri-ciri tertentu yang ditemukan dalam pengamatan • Memisahkan dengan berbagai cara.
<p>3. Mengukur / Melakukan pengukuran</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Memilih alat ukur yang sesuai • Memperkirakan dengan lebih tepat • Menggunakan alat ukur dengan ketepatan tertentu • Menemukan ketidak pastian pengukuran
<p>4. Mengajukan pertanyaan</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mengajukan sebanyak mungkin pertanyaan. ▪ Mengidentifikasi pertanyaan yang dapat dijawab dengan penemuan ilmiah. ▪ Mengubah pertanyaan menjadi bentuk yang dapat dijawab dengan percobaan. ▪ Merumuskan pertanyaan berlatang belakang hipotesis (jawab dapat dibuktikan).
<p>5. Merumuskan hipotesis</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mencoba menjelaskan pengamatan dalam terminologi konsep dan prinsip. ▪ Menyadari fakta bahwa terdapat terdapat beberapa kemungkinan untuk menjelaskan suatu gejala. ▪ Menggunakan penjelasan untuk membuat prediksi dari sesuai yang dapat diamati atau dibuktikan
<p>6. Merencanakan penyelidikan / percobaan</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Merumuskan masalah. ▪ Menemukan variabel kontrol. ▪ Membandingkan variabel bebas dan variabel terikat. ▪ Merancang cara melakukan pengamatan untuk memecahkan masalah.

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Memilih alat dan bahan yang sesuai. ▪ Menentukan langkah-langkah percobaan ▪ Menentukan cara yang tepat untuk mengumpulkan data
7. Menginterpretasi / Menafsirkan informasi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menarik kesimpulan. ▪ Menggunakan kunci atau klasifikasi. ▪ Menyadari bahwa kesimpulan bersifat tentatif ▪ Menggeneralisasi. ▪ Membuat dan mencari pembenaran dari kesimpulan sementara ▪ Membuat prediksi berdasarkan pola atau patokan tertentu
8. Berkomunikasi	<ul style="list-style-type: none"> • Mengikuti penjelasan secara verbal. • Menjelaskan kegiatan secara lisan, menggunakan diagram. • Menggunakan tabel, grafik, model, dll, untuk menyajikan informasi. • Memilih cara yang paling tepat untuk menyajikan informasi. • Menghargai adanya perbedaan dari audiens, dan memilih metoda yang tepat. • Mendengarkan laporan, menanggapi dan memberikan saran. • Memberi sumbangan saran pada kelompok diskusi. • Menggunakan sumber tidak langsung untuk memperoleh informasi. • Menggunakan teknologi informasi yang tepat.

Tabel 1. Indikator Keterampilan Proses Sains

4. Fisika sebagai sikap

Dari penjelasan mengenai hakekat fisika sebagai produk dan hakekat fisika sebagai proses di atas, tampak terlihat bahwa penyusunan pengetahuan fisika diawali dengan

kegiatan-kegiatan kreatif seperti pengamatan, pengukuran dan penyelidikan atau percobaan, yang kesemuanya itu memerlukan proses mental dan sikap yang berasal dan pemikiran. Jadi dengan pemikirannya orang bertindak dan bersikap, sehingga akhirnya dapat melakukan kegiatan-kegiatan ilmiah itu. Pemikiran-pemikiran para ilmuwan yang bergerak dalam bidang fisika itu menggambarkan, rasa ingin tahu dan rasa penasaran mereka yang besar, diiringi dengan rasa percaya, sikap objektif, jujur dan terbuka serta mau mendengarkan pendapat orang lain. Sikap-sikap itulan yang kemudian memaknai hakekat fisika sebagai sikap atau “*a way of thinking*”. Oleh para ahli psikologi kognitif, pekerjaan dan pemikiran para ilmuwan IPA termasuk fisika di dalmnya, dipandang sebagai kegiatan kreatif, karena ide-ide dan penjelasan-penjelasan dari suatu gejala alam disusun dalam fikiran. Oleh sebab itu, pemikiran dan argumentasi para ilmuwan dalam bekerja menjadi rambu-rambu penting dalam kaitannya dengan hakekat fisika sebagai sikap.



Gambar 4. Fsika sebagai sikap.

5. Teori belajar

a. Teori Ausubel

Seorang ahli psikologi pendidikan David Ausubel mengelompokkan belajar ke dalam dua-dua kelompok yang berbeda yaitu *belajar penerimaan/penemuan*, dan *belajar bermakna/hafalan*.

Belajar penerimaan berhubungan dengan bagaimana cara suatu materi ajar disampaikan, disajikan atau dipresentasikan, siswa menerima informasi materi ajar dalam bentuk jadi atau finaln sedangkan dalam *belajar penemuan* siswa menemukan sendiri informasi atau konsep dari materi ajar yang disampaikan kepadanya.

Belajar bermakna/hafalan berhubungan dengan bagaimana cara siswa mengkaitkan materi ajar baru dengan struktur kognitif yang sudah pada dirinya. Struktur kognitif itu dapat berupa fakta-fakta, konsep-konsep, maupun generalisasi yang telah diperoleh atau bahkan sudah dipahami siswa sebelum menerima materi ajar baru.

Belajar bermakna terjadi jika siswa dapat mengkaitkan materi ajar yang baru diterimanya dengan struktur kognitif yang sudah dimilikinya, sedangkan *belajar hafalan* terjadi jika siswa menerima materi ajar baru dan ia belum memiliki struktur kognitif yang mendasarinya, atau sudah memiliki struktur kognitif yang mendasarinya tetapi tidak dapat mengkaitkannya dengan materi ajar yang baru diterimanya.

Hubungan antara belajar penerimaan/penemuan dan belajar bermakna tersebut di atas menurut Ausubel dan Robinson (1969) yang dikutip oleh Dahar (1988) adalah seperti pada tabel 1 di bawah ini.

Siswa mengasimilasi materi pelajaran	Bentuk belajar	
	Hafalan	Bermakna
Penerimaan	1. Materi disajikan dalam bentuk final	1. Materi disajikan dalam bentuk final
	2. Siswa menghafal materi pelajaran	2. Siswa memasukkan materi ke dalam struktur kognitif
Penemuan	1. Materi ditemukan oleh siswa	1. Siswa menemukan materi

	2. Siswa menghafal materi pelajaran	2. Siswa memasukkan materi ke dalam struktur kognitif
--	-------------------------------------	---

Dalam memaknai teori Ausubel ini, *yang penting bagi guru* dalam merencanakan, melaksanakan dan mengevaluasi pembelajaran adalah :

- Mengetahui apa yang sudah diketahui oleh siswa (pengetahuan awal).
- Mengkaitkan materi ajar baru dengan konsep-konsep relevan (konsepsi awal) yang sudah terdapat dalam struktur kognitif siswa.
- Menggunakan pengetahuan awal untuk memulai proses pembelajaran
- Memberikan bimbingan agar siswa belajar secara efektif.

Faktor-faktor yang mempengaruhi belajar bermakna adalah struktur kognitif yang sudah ada pada siswa, stabilitas, dan kejelasan pengetahuan pada suatu bidang studi tertentu dan pada waktu tertentu. **Prasyarat** agar pada proses pembelajarn terjadi siswa belajar bermakna maka materi ajar harus bermakna, dan siswa harus punya niat dan tujuan untuk belajar bermakna. Kelebihan dari belajar bermakna adalah informasi atau pengetahuan dapat lebih lama diingat, mempermudah proses belajar selanjutnya untuk materi ajar yang mirip, dan pengetahuan yang telah hilang (lupa) meninggalkan sisa, sehingga mempermudah mempelajari pengetahuan yang mirip meskipun sudah lupa.

b. Teori Bruner

Jerome Bruner adalah seorang ahli psikologi perkembangan, dan ahli psikologi belajar kognitif. Menurut Bruner manusia adalah pemroses, pemikir, dan pencipta informasi. Karena itu, Bruner memusatkan perhatiannya pada informasi yang diterima manusia dan apa yang dilakukannya setelah menerima informasi tersebut untuk mencapai pemahaman. Beberapa pendapat Bruner antara lain adalah :

- Inti belajar adalah cara manusia memilih, mempertahankan, dan mentransformasi informasi secara aktif.
- Keaktifan orang dalam berinteraksi dengan lingkungannya merupakan asumsi pertama dalam mendefinisikan belajar.

- Asumsi kedua adalah bahwa, manusia mengkonstruksi pengetahuan dengan cara menghubungkan informasi baru yang masuk dengan informasi yang telah diperoleh dan disimpan sebelumnya.
- Hal-hal yang memiliki kesamaan atau kemiripan dihubungkan menjadi suatu struktur yang memberikan arti pada hal-hal baru yang dipelajari.
- Terdapat tiga tahapan belajar yaitu :
 - *En active : Learning is by doing* atau belajar melalui perbuatan.
 - *Iconic : Learning is by means of images and pictures* atau belajar dengan bantuan makna dari gambaran mentar dan gambar.
 - *Symbolic : Learning is by means of words and numbers*, atau belajar dengan bantuan kata-kata dan angka-angka.
- Bermain sambil belajar adalah penting (terutama untuk usia pra sekolah)
- Gunakan pendekatan “*Child centred approach*”.

c. Teori Gagne

Menurut Robert Gagne ada 8 tipe belajar, yang urutannya secara hierarkis dari tinggi ke rendah adalah (Gagne 1970) *problem solving, rule learning, concept learning, discrimination learning, verbal learning, chaining, stimulus-respon learning, dan signal learning.*

- *Problem solving* (pemecahan masalah)
 - Belajar melalui kegiatan praktek dan observasi untuk memecahkan permasalahan yang diberikan.
 - Disebut juga sebagai “inquiry”
 - Penerapannya sering digabung dengan “discovery” sehingga menghasilkan modifikasi yang disebut “structured inquiry” atau penyelidikan terstruktur.
 - Merupakan cara belajar yang paling tinggi atau paling canggih menurut Gagne.
- *Rrule learning*
 Belajar menghubungkan dua konsep atau lebih. Masing-masing konsep yang dihubungkan dipelajari dan dipahami sendiri-sendiri baru kemudian saling dihubungkan.
- *Concept learning* (belajar konsep)

- Pengertian konsep adalah seperti yang telah dikemukakan sebelumnya oleh Bruner, Goodnoe dan Austin (Collette dan Chiappetta 1994).
- Pada tipe belajar ini, siswa memperoleh pengertian konsep.
- Tingkat kemudahan abstraksi suatu konsep berbeda untuk setiap kelompok usia anak.
- *Discrimination learning* (belajar diskriminasi)
 - Diskriminasi merupakan keterampilan intelektual yang paling dasar, karena itu tipe belajar ini termasuk tipe belajar yang masih rendah.
 - Pada tipe belajar ini anak dituntut untuk memberikan yang berbeda untuk stimulus yang berbeda dalam satu atau lebih dimensi fisik.
 - Sering diterapkan pada anak-anak kecil atau anak-anak dengan cacat mental.
- *Verbal learning* (belajar verbal)
 - Tipe belajar ini juga sering disebut sebagai *verbal association* atau asosiasi verbal.
 - Pada tipe ini anak diharapkan dapat membedakan dan menghubungkan kembali kata-kata yang pernah dipelajari dengan kata-kata lain yang masih berkaitan.
 - Agar tipe belajar ini dapat berlangsung, maka :
 - Setiap kata atau unsure harus pernah dipelajari, sehingga dapat dibedakan dari kata atau unsure yang lain.
 - Urutan penyajian kata-kata atau unsure-unsur harus tertentu.
 - Siswa harus aktif memberikan respon.
 - Perlu adanya *reinforcement*.
- *Cchaining*
Belajar rangkaian, siswa belajar menyusun serangkaian respon yang saling berhubungan satu sama lain.
- *Sstimulus-respon learning*
Tipe belajar ini termasuk ke dalam tipe belajar dengan mencoba-coba. Agar tipe belajar ini dapat berlangsung dengan baik, diperlukan adanya "*reinforcement*", dan rentangan waktu yang diperhitungkan dengan baik antara stimulus-respon pertama

dan stimulus-respon berikutnya. Semakin singkat rentangan waktu itu maka harus semakin kuat *reinforcement* yang diberikan.

- *Signal learning* (belajar isyarat)

Tipe belajar ini merupakan tipe belajar yang paling sederhana. Tipe belajar isyarat biasanya didefinisikan sebagai proses penguasaan pola dasar perilaku yang bersifat tidak disengaja dan tidak disadari tujuannya.. Untuk terjadinya belajar isyarat diperlukan kondisi berupa pemberian rangsangan secara berulang-ulang.

d. Teori Piaget

Menurut Piaget ada tiga aspek penting dalam perkembangan anak, yaitu struktur, isi dan fungsi. Struktur atau juga sering disebut sebagai skemata adalah organisasi mental yang terbentuk pada waktu seorang anak atau individu berinteraksi dengan lingkungannya. Jadi seorang anak yang telah memperoleh skemata, hasil interaksi dengan lingkungannya, dikatakan mengalami perubahan dalam perkembangan intelektualnya. Isi, merupakan pola perilaku anak yang khas yang tergambar dari respon yang ia berikan terhadap situasi atau masalah yang dihadapi. Fungsi merupakan cara yang digunakan individu untuk membuat kemajuan intelektual. Pendapat penting yang dikemukakan oleh Piaget adalah mengenai tahap perkembangan kognitif anak. Tahap perkembangan kognitif anak ini harus sangat dipertimbangan oleh guru dalam merencanakan dan melaksanakan serta mengevaluasi proses pembelajaran yang menjadi tanggung jawabnya. Tahap perkembangan kognitif itu secara ringkas dikemukakan dalam tabel 2 berikut ini.

No.	Tahap perkembangan	Karakteristik
1	Sensori motorik (0 – 2 tahun)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Melakukan gerak refleks : memegang, mengisap, menangis. 2. Bermain, meniru (imitasi) 3. Sifat permanent objek 4. Non verbal
2	Pra-operasional (2 – 7 tahun)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Perkembangan bahasa sangat pesat 2. Bersifat egosentris 3. Berfikir irreversibel 4. Cenderung berfikir memusat (centration)

3	Operasional kongkrit (6 – 11 tahun)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Berfikir reversibel 2. Mampu mengklasifikasi 3. Mampu melakukan operasi : +, -, X, : 4. Memahami prinsip konservasi : jumlah, volume, luas, berat dan sebagainya
4	Operasional formal (11 tahun →)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mampu memberikan alasan yang proporsional dan mengkombinasikan beberapa alasan. 2. Mampu mengidentifikasi dan mengendalikan variable. 3. Mampu memberikan alasan yang bersifat deduktif, hipotetik. 4. Mampu berfikir reflektif.

Tabel 2. Karakteristik intelektual perkembangan kognitif menurut Piaget

6. Pembelajaran fisika

Sebelum ini telah dipaparkan secara cukup rinci namun sangat singkat mengenai hakekat fisika sebagai bagian dari IPA atau sains dan teori-teori belajar. Pemahaman atas isi paparan itu diharapkan menjadi latar belakang dan modal yang cukup berarti bagi guru untuk memahami pembelajaran fisika sehingga mampu merencanakan dan melaksanakan serta mengevaluasi pembelajaran fisika yang berkualitas baik. Sebelum sampai ke pelatihan praktek membuat rencana pembelajaran fisika dan mensimulasikan serta mengimplementasikannya, terlebih dahulu marilah kita pahami terlebih dahulu apa dan bagaimana itu pembelajaran fisika.

Dahulu kata kerja yang digunakan untuk kata dasar ajar adalah belajar, mengajar dan pengajaran. Kata belajar ditujukan kepada siswa atau peserta didik, kata mengajar ditujukan kepada guru yang melaksanakan tugas mengajar di kelas, dan pengajaran ditujukan kepada proses belajar dan mengajar yang terjadi di dalam kelas. Kata-kata itu sangat berjaya dan bertuah pada umumnya, tetapi bagian yang tidak cukup menggemblirakan atau bahkan justru malah menyedihkan atau mengecewakan adalah ketika dalam keberjayaan dan kebertuhan kata-kata itu muncul anggapan atau pandangan yang cukup umum dikalangan pendidik pada umumnya dan guru pada khususnya bahwa “mengajar adalah mentransfer pengetahuan dari guru kepada siswa”.

Masalahnya bukan terletak pada keliru atau tidaknya pandangan itu, melainkan terletak pada pelaksanaan proses “belajar dan mengajar” yang senada dengan pandangan itu, atau bahkan mungkin memang disebabkan oleh pandangan itu. Selama ini sering terjadi dimana-mana bahwa proses “belajar dan mengajar” guru aktif dan memang kegiatan “belajar dan mengajar” berpusat pada guru atau “teacher centered”, metoda ceramah cukup bahkan lebih mendominasi, siswa pasif, dan pemanfaatan sumber dan lingkungan belajar yang rendah. Oleh sebab itu kita kata pengajaran diganti dengan pembelajaran, sehingga kata proses pengajaran diganti dengan proses pembelajaran, kata mengajar dianggap lebih menekankan kepada kegiatan guru melaksanakan tugas mengajar, oleh sebab itu diganti dengan membelajarkan, dan istilah pengajar diganti dengan istilah pembelajar.

Sampai pada tahap ini kiranya cukup jelas bahwa yang dimaksud dengan pembelajaran fisika adalah proses menjadikan anak atau siswa belajar fisika. Pada pokoknya guru melaksanakan tugas pembelajaran fisika di dalam kelas, namun jika berhasil bukan tidak mungkin hal itu menyebabkan siswa aktif belajar fisika di dalam maupun di luar kelas. Itulah pembelajaran yang dapat dianggap berhasil.

Untuk menciptakan pembelajaran fisika yang baik dan berhasil itu, maka guru perlu memahami dengan baik terlebih dahulu materi ajar yang harus disampaikan, peserta didik atau siswa yang akan mengikuti pelajaran, tujuan dan hasil belajar yang diharapkan, serta cara mengevaluasi proses dan hasil pembelajaran. Pada bagian ini kita akan membicarakan pembelajaran fisika dengan mempertimbangan masukan utama berupa pemahaman atas hakekat fisika sebagai bagian dari sains dan pemahaman atas peserta didik dan cara mereka belajar.

Dalam rangka meningkatkan kualitas proses dan hasil pembelajaran, para ahli dan praktisi pendidik IPA telah banyak menerapkan, mengembangkan dan memperkenalkan model-model pembelajaran yang sesuai dengan hakekat dan karakteristik ilmu pengetahuan alam termasuk fisika di dalamnya. Yang dimaksud dengan model pembelajaran disini adalah rencana pembelajaran yang mengandung pedoman konseptual dan akademis untuk melaksanakan dan mengevaluasi proses pembelajaran. Dalam model tersebut juga tergambar secara eksplisit kegiatan guru dan siswa selama proses pembelajaran berlangsung. Dengan memahami hakekat fisika sebagai produk, proses dan

sikap, penulis yakin kita pun akan menganggap bahwa pembelajaran yang berupa hanya pemberian informasi adalah keliru, dan kita pun akan sejalan dengan para ahli dan praktisi pendidikan yang lain untuk mengubah proses pembelajaran yang hanya mengutamakan pemberian informasi menjadi proses pembelajaran yang juga mementingkan pengembangan ketrampilan berpikir, sikap dan keterampilan proses siswa.

Jika kita memandang bahwa materi ajar adalah tujuan utama proses pembelajaran, maka semakin lama kurikulum akan semakin tidak terselesaikan karena materi fisika selalu bertambah dengan penemuan-penemuan baru, dan lulusan kita mungkin akan kalah bersaing dalam hal kemampuan berpikir, sikap dan ketampilan proses. Oleh sebab itu kurikulum yang semula berbasis isi (*content base curriculum*) dikembangkan menjadi kurikulum berbasis kompetensi (*competence base curriculum*). Dengan munculnya kurikulum berbasis kompetensi ini, maka mau tidak mau proses pembelajaran harus bergeser dari proses pembelajaran yang mengutamakan pencapaian materi ajar menjadi proses pembelajaran yang juga mengutamakan pencapaian kompetensi minimal, dari proses pembelajaran yang bersifat *teacher centered* menjadi proses pembelajaran yang bersifat *student centered*.

Banyak sekali model-model pembelajaran yang bersifat student centered, namun berikut ini akan dikemukakan sebagian saja yang penulis anggap lebih tepat menjadi model pembelajaran fisika sesuai dengan hakekat fisika sebagai bagian dari sains yaitu fisika sebagai produk, proses dan sikap.

Dalam bukunya *Models of Teaching*, Joice dan Weil (1980) menggolongkan model-model pembelajaran ke dalam empat rumpun model pembelajaran, yaitu rumpun model pembelajaran pengolahan informasi, rumpun model pembelajaran individual (pribadi), rumpun model pembelajaran interaksi sosial, dan rumpun model pembelajaran perilaku.

a. Rumpun Model Pembelajaran Pengolahan Informasi

Rumpun pembelajaran pengolahan informasi ini merujuk pada prinsip pengolahan informasi, yaitu pada bagaimana cara-cara manusia menerima informasi apa yang dilakukannya setelah menerima informasi tersebut untuk mencapai pemahaman. Dengan kata lain rumpun model pembelajaran pengolahan informasi ini merujuk pada bagaimana

cara manusia menerima rangsangan dari lingkungannya, mengorganisasi data, mengenali masalah, menyusun konsep, memecahkan masalah, dan menggunakan simbol-simbol untuk pada akhirnya memberikan respon atas rangsangan dari lingkungannya itu. Dengan demikian rumpun model pembelajaran pengolahan informasi dapat dianggap sesuai dengan hakekat fisika, oleh sebab itu rumpun model inilah yang akan diuraikan dalam tulisan ini ditambah model-model lain yang merujuk kepada teori konstruktivisme.

Jenis-jenis model pembelajaran yang termasuk ke dalam rumpun model pembelajaran pengolahan informasi ini adalah seperti yang terdapat dalam tabel 3 berikut ini.

No.	Model/Tokoh	Manfaat/missi/tujuan
1	Berpikir Induktif / Hilda Taba	Terutama untuk pembentukan kemampuan berpikir induktif yang banyak diperlukan dalam kegiatan akademik meskipun diperlukan juga untuk kehidupan pada umumnya.
2	Latihan Inkuiri / Richard Suchman	sda
3	Inkuiri Dalam IPA / Joseph J Schwab	Untuk melatih kemampuan berpikir sebagaimana diperlukan dalam penelitian IPA, yang juga dapat diterapkan dalam ilmu=ilmu sosisal untuk dapat memahami peristiwa kemasyarakatan dan pemecahan masalah social.
4	Pembentukan Konsep / Jerome Bruner	Terutama untuk pembentukan kemampuan berpikir induktif, juga untuk mengembangkan konsep dan analisis.
5	Perkembangan Kognitif / Jean Piaget, Irving Siegel, Edmun, dll	Terutama untuk pembentukan kemampuan berfikir/pengembangan intelektual pada umumnya, khususnya berfikir logis, meskipun demikian kemampuan

		ini dapat diterapkan pada kehidupan social dan pengembangan moral
6	Advance Organizer / David Ausubel	Untuk meningkatkan kemampuan mengolah informasi dalam kapasitas untuk membentuk dan menghubungkan dengan pengetahuan baru pada struktur kognitif yang telah ada.
7	Memori / Harry Lorayne dan jerry Lucas	Untuk meningkatkan kapasitas mengingat.

a.1. Model pembelajaran berpikir induktif

- Model pembelajaran ini dikemukakan oleh Hilda Taba berdasarkan kepada hasil analisisnya mengenai berpikir dari sudut psikologi dan butir-butir logika.
- Prinsip utama pada model pembelajaran ini adalah bahwa guru harus dapat melihat tugas-tugas kognitif apa yang harus dikerjakan oleh siswa pada waktu yang tepat.
- Fungsi utama guru adalah sebagai pemonitor cara-cara siswa memproses informasi
- Guru harus dapat menentukan kesiapan siswa menerima informasi dan pengalaman baru.
- Model pembelajaran ini terdiri dari tiga tahap strategi pembelajaran yang masing-masing tahap terdiri dari tiga fase pembelajaran sebagai berikut.

❖ Strategi pertama : pembentukan konsep

- Fase 1 : menyebutkan dan menyusun daftar konsep (proses mental : membedakan).
- Fase 2 : Mengelompokkan (proses mental : mengenali cirri-ciri umum dan mengabstraksikan).

- Fase 3 : Memberi label dan mengkategorikan (proses mental : menentukan urutan secara hierarkis).

❖ **Strategi kedua : interpretasi data**

- Fase 4 : mengidentifikasi butir-butir informasi dan hubungan (proses mental : membedakan).
- Fase 5 : menjelaskan butir-butir informasi yang telah diidentifikasi (proses mental : menghubungkan butir demi butir dan menentukan hubungan sebab akibat).
- Fase 6 : Merumuaskan kesimpulan (proses mental : menemukan implikasi dan ekstrapolasi).

❖ **Strategi ketiga : Aplikasi konsep/prinsip-prinsip**

- Fase 7 : bewrhipotesis, memprediksi konsekuensi, dan menjelaskan fenomena yang tidak biasa (proses mental : menganalisis hakekat dari situasi atau masalah dan mendapatkan kembali pengetahuan yang relevan).
- Fase 8 : Menjelaskan dan atau mendukung ramalan dan hipotesis (proses mental : menentukan hubungan kausal yang menuju kepada prediksi dan hipotesis).
- Fase 9 : menguji ramalan (proses mental : menggunakan prinsip atau pengetahuan factual yang logis dalam rangka menentukan kondisi yang diperlukan).

a.2. Model pembelajaran latihan inkuiri

- Model pembelajaran ini dikemukakan oleh Richard Suchman yang pada dasarnya ia menghendaki siswa bertanya mengapa suatu fenomena terjadi, kemudian siswa melakukan kegiatan, mencari jawaban, memproses data secara logis, sampai akhirnya siswa mengembangkan strategi pengembangan intelektual yang dapat digunakan untuk menemukan jawaban mengapa fenomena itu terjadi.
- Model pembelajaran ini didasarkan kepada keyakinan bahwa siswa memiliki kebebasan dalam belajar.

- Model pembelajaran ini menuntut siswa terlibat aktif dalam penyelidikan.
- Model pembelajaran ini menekankan kepada sifat ingin tahu dalam diri siswa.
- Model pembelajaran ini terdiri dari lima fase sebagai berikut :
 - ❖ Fase 1 : berhadapan dengan masalah
 - ❖ Fase 2 : pengumpulan data untuk verifikasi
 - ❖ Fase 3 : pengumpulan data dalam eksperimen
 - ❖ Fase 4 : merumuskan penjelasan
 - ❖ Fase 5 : menganalisis proses inkuiri

a.3. Model pembelajaran pembentukan konsep

- Model pembelajaran ini dikembangkan oleh Jerome Bruner, didasari oleh studi tentang proses berpikir. Menurut Bruner memahami suatu konsep berarti berarti mengetahui semua komponen-komponen konsep yaitu 1) nama, 2) contoh-contoh, 3) atribut (esensial dan non esensial), 4) nilai (value), dan 5) aturan.
- Model pembelajaran ini terdiri dari tiga fase sebagai berikut
 - ❖ Fase 1 : penyajian data dan identifikasi konsep.
Guru menyajikan contoh-contoh konsep. Siswa membandingkan atribut dalam contoh positif dan negatif. Siswa menggeneralisasikan dan menguji hipotesis. Selanjutnya siswa menyatakan suatu definisi menurut atribut-atribut esensial yang ditemukannya.
 - ❖ Fase 2 : pengumpulan data untuk verifikasi.
Siswa mengidentifikasi konsep dengan menambahkan contoh-contoh yang dilabeli “ya” dan “tidak” . Guru mengkonfirmasi hipotesis siswa, nama konsep, dan pernyataan definisi menurut atribut esensial. Siswa menemukan contoh-contoh konsep.
 - ❖ Fase 3 : pengumpulan data dalam eksperimen

Siswa menjelaskan apa yang difikirkannya. Siswa mendiskusikan peran hipotesis dan atribut. Siswa mendiskusikan jenis dan jumlah hipotesis.

a.4. Model pembelajaran Perkembangan kognitif

- Model pembelajaran ini dikembangkan oleh Jean Piaget, dengan bertitik tolak dari perkembangan kognitif.
- Dalam model pembelajaran ini Piaget menekankan belajar sebagai proses pengolahan informasi dalam bentuk asimilasi dan akomodasi.
- Model pembelajaran ini terdiri dari tiga fase sebagai berikut :
 - Fase 1 : Mengkonfrontasikan siswa dengan masalah
Guru menyajikan situasi yang membingungkan (tidak logis menurut pikiran siswa) atau merupakan teka-teki bagi siswa. Masalah yang disajikan harus sesuai dengan perkembangan intelektual siswa.
 - Fase 2 : Inkuiri
Guru memancing respon siswa serta meminta mereka mengajukan pertimbangannya. Siswa mengajukan sanggahan dan guru menggali respon yang lebih dalam. Guru dapat menentukan tingkat penalaran siswa.
 - Fase 3 : Transfer
Guru menyajikan tugas yang berhubungan dengan tugas pada fase 1 dan menggali penalaran siswa, untuk melihat apakah siswa akan memberikan penalaran yang sama pada tugas yang saling berhubungan itu.

b. Model pembelajaran konstruktivisme

Pandangan umum yang masih berlaku, dan sekarang harus diperbaiki adalah bahwa dalam proses pembelajaran materi ajar diberikan oleh guru kepada siswa. Dengan pandangan yang demikian maka proses pembelajaran didominasi oleh guru yang aktif berceramah, dan baru dianggap berhasil jika siswa dapat mengungkapkan apa yang

diinginkan dan dianggap telah diberikan oleh guru. Sesungguhnya banyak ahli pendidikan yang memiliki pandangan yang berbeda dengan pandangan umum tersebut diatas, antara lain adalah Piaget dan Bruner.

Piaget (1975) dalam Katu (1999) menyatakan bahwa “Pengetahuan bukan merupakan sebuah copy dari sebuah obyek, untuk mengetahui sebuah gejala atau kejadian, bukan sekedar membuat suatu “mental copy” atau bayangan tentang sebuah obyek. Mengetahui adalah memodifikasi obyek, mentransformasi obyek dan mengerti proses transformasinya. Sebuah operasi adalah inti dari pengetahuan; operasi adalah aksi dalam pikiran yang memodifikasi obyek pengetahuan. Sedangkan Bruner (1961) dalam Katu (1999) mengemukakan bahwa belajar adalah proses mencari pengetahuan atau yang disebutnya dengan “*inquiry or discovery learning*” .

Dengan adanya pandangan yang berbeda dari pandangan umum tersebut di atas, maka kini muncul pandangan baru mengenai belajar yang disebut dengan nama teori belajar konstruktivisme. Dalam pandangan konstruktivisme pengetahuan yang dimiliki oleh setiap individu adalah hasil konstruksi secara aktif dari individu itu sendiri. Individu tidak hanya sekedar meniru (imitasi) dan membentuk bayangan dari apa yang diamtinya atau diajarkan oleh gurunya, tetapi secara aktif individu itu menyaring, memberi arti dan menguji kebenaran atas informasi yang diterimanya. Dengan digunakannya pandangan konstruktivisme ini sebagai acuan, maka karakteristik pembelajaran berubah seperti yang akan dikemukakan berikut ini.

- ❖ Siswa tidak lagi dipandang sebagai sesuatu yang pasif, melainkan sebagai individu yang aktif, memiliki tujuan serta dapat merespon situasi pembelajaran berdasarkan konsepsi awal yang dimilikinya.
- ❖ Guru harus melibatkan siswa menjadi aktif di dalam pembelajaran sehingga memungkinkan siswa mengkonstruksi pengetahuannya.
- ❖ Pengetahuan tidak lagi dipandang sebagai sesuatu yang hanya langsung datang dari luar, melainkan melalui seleksi dan asimilasi secara individual.

Beberapa model dan pendekatan pembelajaran yang mengacu kepada pandangan konstruktivisme ini antara lain misalnya adalah model siklus belajar (*learning cycle*), model pembelajaran Sains-Teknologi - Masyarakat (STM), dan Contextual Teaching and

Learning (CTL). Di Jurusan Pendidikan Fisika FPMIPA UPI khususnya dan di FPMIPA UPI pada umumnya dikenal satu pendekatan yang disebut dengan pendekatan multi dimensional. Pendekatan multidimensional ini menggunakan variasi dari berbagai pendekatan, sumber, dan media pembelajaran dalam mengembangkan suatu model pembelajaran. Beberapa contoh mengenai model pembelajaran yang mengacu kepada pandangan konstruktivisme ini akan dapat adalah simak dan kita diskusikan bersama dalam tayangan dan simulasi contoh model pembelajaran pada saat nanti akan dilakukan pengembangan model pembelajaran. Selamat mengikuti.