

Bahan Ajar

FISIKA SEKOLAH

Besaran fisika dan pengukurannya

Oleh :

Sutrisno

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

BAB I

BESARAN FISIKA DAN PENGUKURANNYA

1. Satuan Acara Perkuliahan (SAP)

Dalam dua minggu pertama ini kita akan membahas **Besaran Fisika dan Pengukurannya** sesuai dengan Satuan Acara Perkuliahan (SAP) Fisika Sekolah I untuk minggu pertama dan minggu kedua yang dalam bahan ajar ini disajikan dalam bentuk uraian dan disertai penjelasan seperlunya sebagai berikut ini.

Standar Kompetensi

Setelah mengikuti perkuliahan ini Anda diharapkan mencapai standar kompetensi :

Menguasai struktur dan materi kurikulum di sekolah untuk mengembangkan indikator dan materi ajar fisika kelas X relevan dengan tuntutan kompetensi dalam standar nasional pendidikan.

Kompetensi Dasar

Setelah mengikuti perkuliahan ini Anda diharapkan mencapai standar kompetensi :

- Merumuskan konsep-konsep esensial materi ajar besaran fisika dan pengukurannya di sekolah.
- Mendeskripsikan kedalaman dan keluasan materi ajar besaran fisika dan pengukurannya di sekolah.
- Menyusun urutan menyajikan materi ajar besaran fisika dan pengukurannya di sekolah.
- Mengungkap aspek-aspek kognitif, afektif dan psikomotorik yang terkandung dalam materi ajar besaran fisika dan pengukurannya di sekolah.
- Mengembangkan indikator hasil pembelajaran materi ajar besaran fisika dan pengukurannya di sekolah.

Indikator

Setelah mengikuti perkuliahan ini mahasiswa diharapkan mencapai indikator-indikator :

- Menjelaskan konsep-konsep esensial materi ajar besaran fisika dan pengukurannya di sekolah.
- Menjelaskan contoh-contoh penerapan konsep-konsep esensial materi ajar besaran fisika dan pengukurannya pada materi ajar yang lain.
- Menjelaskan contoh-contoh penerapan konsep-konsep esensial materi ajar besaran fisika dan pengukurannya dalam kehidupan sehari-hari.
- Memetakan materi ajar besaran fisika dan pengukurannya di sekolah.
- Membagangkan materi ajar besaran fisika dan pengukurannya di sekolah.
- Menguraikan materi ajar besaran fisika dan pengukurannya di sekolah sesuai dengan rumusan konsep esensial, kedalaman, keluasan dan urutan penyajiannya.
- Menjelaskan kata-kata kunci atau istilah-istilah penting yang terdapat dalam materi ajar besaran fisika dan pengukurannya di sekolah.
- Menganalisis materi ajar besaran fisika dan pengukurannya di sekolah berdasarkan aspek kognitif, afektif dan psikomotorik yang terkandung di dalamnya.

Materi Pokok/Sub Materi Pokok

Pembahasan materi ajar besaran fisika dan pengukurannya dalam kuliah ini meliputi :

- Besaran pokok dan besaran turunan
- Standar satuan
- Sistem satuan
- Konversi satuan
- Dimensi
- Alat ukur panjang, massa dan waktu (ketepatan, ketelitian, kepekaan)
- Ketidak pastian pengukuran dan hasil pengukuran, serta angka penting dan bilangan penting
- Penjumlahan dan pengurangan vektor
- Perkalian vektor

Pengalaman belajar

Untuk mencapai kompetensi dan indikator tersebut di atas, dalam mengikuti perkuliahan ini anda diharuskan melakukan kegiatan-kegiatan tersebut di bawah ini.

- Membuat daftar konsep-konsep esensial materi ajar besaran fisika dan pengukurannya.
- Berdiskusi, tanya jawab, mencari dan menerima informasi untuk memahami (menjelaskan dan memberi contoh penerapan) konsep-konsep esensial materi ajar besaran fisika dan pengukurannya.
- Membuat peta konsep materi ajar besaran fisika dan pengukurannya.
- Membuat bagan materi ajar besaran fisika dan pengukurannya.
- Berdiskusi dan menerima informasi mengenai peta konsep dan bagan materi ajar besaran fisika dan pengukurannya.
- Berdiskusi mengenai konsep prasyarat materi ajar besaran fisika dan pengukurannya.
- Membuat uraian materi ajar besaran fisika dan pengukurannya di sekolah sesuai dengan rumusan konsep-konsep esensial, kedalaman, keluasan dan urutan penyajiannya.
- Membuat table yang menjelaskan kata-kata kunci atau istilah-istilah penting yang terdapat dalam uraian materi ajar besaran fisika dan pengukurannya.
- Membuat matrik materi ajar besaran fisika dan pengukurannya berdasarkan aspek kognitif, afektif dan psikomotorik yang terkandung di dalamnya.

Media

Dalam perkuliahan ini dapat dipergunakan media-media pembelajaran seperti :

- Komputer dan In focus
- OHP dan OHT
- Jangka sorong
- Mikrometer
- Neraca Ohaus

Evaluasi

Komponen-komponen evaluasi dalam perkuliahan ini antara lain adalah :

- Kehadiran, mahasiswa wajib hadir mengikuti perkuliahan minimal 80 % dari seluruh jumlah pertemuan dalam perkuliahan ini.
- Tugas, terdiri dari makalah awal, presentasi dan makalah akhir sebagai hasil perbaikan dari makalah awal setelah dipresentasikan.
- Ujian Tengah Semester, dilaksanakan dalam bentuk ujian tertulis dengan bentuk soal essay untuk menggali kemampuan Anda dalam mengembangkan indikator dan menguraikan materi ajar besaran fisika dan pengukurannya.

Sumber

Untuk mengikuti perkuliahan ini Anda dianjurkan memiliki atau sekurang-kurangnya membaca dengan seksama buku-buku sumber tersebut di bawah ini.

- Fisika SMP dan SMA.
- Fisika, Resnick & Halliday
- Fisika, Douglas C Giancoli
- Fisika Untuk Sains dan Teknik, Tipler.

2. Standar Nasional Pendidikan (SNP)

Dengan mengacu kepada standar kompetensi dan kompetensi dasar yang terdapat dalam standar nasional pendidikan, setiap satuan pendidikan (sekolah) diberi kebebasan (harus) mengembangkan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) dengan membuat silabus dan RPP sesuai dengan visi, misi dan kondisi masing-masing sekolah. Berkaitan dengan pembelajaran fisika di sekolah, maka pengembangan KTSP fisika di sekolah tersebut menjadi kewajiban bagi setiap guru fisika di sekolah yang bersangkutan, Dengan demikian guru fisika bertanggung jawab untuk mengembangkan KTSP fisika dengan membuat silabus dan RPP fisika. Dalam silabus dan RPP tersebut selain kompetensi dasar dan standar kompetensi, harus termuat pula secara eksplisit indikator, materi ajar, tujuan, metoda, sumber alat dan bahan, serta evaluasinya. Yang akan kita lakukan dalam perkuliahan ini adalah mengembangkan indikator dan materi ajar besaran fisika dan pengukurannya.

Yang menjadi acuan dalam pengembangan indikator dan materi ajar besaran fisika dan pengukurannya ini adalah standar kompetensi dan kompetensi dasar yang terdapat dalam Standar Nasional Pendidikan untuk kelas XI semester I, seperti yang dikutipkan berikut ini.

Standar kompetensi

1. Menerapkan konsep besaran fisika dan pengukurannya.

Kompetensi dasar

- 1.1. Mengukur besaran fisika (massa, panjang, waktu)
- 1.2. Melakukan penjumlahan vektor.

Dengan memperhatikan kompetensi sebagai basis, maka standar kompetensi dijabarkan menjadi beberapa kompetensi dasar dan setiap kompetensi dasar dijabarkan menjadi beberapa indikator. Indikator-indikator inilah yang kemudian digunakan sebagai dasar untuk mengembangkan dan menguraikan materi ajar yang kemudian akan disajikan dalam proses pembelajaran.

3. Pengembangan Indikator

Di atas sudah disinggung bahwa indikator dikembangkan dengan cara menjabarkan kompetensi dasar. Sebuah kompetensi dasar dijabarkan menjadi dua atau lebih indikator yang bersesuaian dengan kompetensi dasar itu. Dengan kata lain, indikator adalah rincian yang lebih operasional dari sebuah kompetensi dasar. Indikator dinyatakan dengan menggunakan kata kerja operasional yang merupakan sub atau bagian dari kompetensi yang terdapat dalam kompetensi dasar. Kata kerja operasional yang digunakan untuk menyatakan indikator itu tiada lain adalah aspek kognitif, afektif, atau psikomotorik yang harus dicapai siswa setelah mengikuti proses pembelajaran. Untuk memilih kata kerja operasional yang dimaksud dapat digunakan apa yang tercantum dalam tabel di halaman berikut ini. Pemahaman yang baik atas standar kompetensi, kompetensi dasar, dan kata-kata kerja operasional yang terdapat dalam tabel di halaman itu sangat diperlukan dalam pengembangan indikator dan selanjutnya tentu juga akan sangat menentukan dalam memilih strategi, pendekatan, metoda dan media pembelajaran serta evaluasi yang akan dipergunakan dalam proses pembelajaran.

Selain harus memahami dengan baik standar kompetensi, kompetensi dasar, dan kata-kata kerja operasional yang terdapat dalam tabel di halaman, pengembang indikator juga harus memahami dengan baik dan komprehensif materi ajar yang bersangkutan. Dengan memperhatikan standar kompetensi, kompetensi dasar dan materi ajar besaran fisika dan pengukurannya, maka indikator-indikator yang bersesuaian dengan standar kompetensi, kompetensi dasar dan materi ajar besaran fisika dan pengukurannya itu misalnya adalah sebagai berikut ini.

Kompetensi dasar :

- 1.1. Mengukur besaran fisika (massa, panjang, waktu)

Indikator :

- 1.1.1. Mengklasifikasikan besaran-besaran fisika
- 1.1.2. Menjelaskan standard satuan, sistem satuan dan dimensi
- 1.1.3. Mengkonversikan satuan

- 1.1.4. Melakukan pengukuran besaran panjang, massa dan waktu (jangka sorong, mikrometer, neraca dan stopwatch)
- 1.1.5. Menganalisis hasil pengukuran panjang, massa dan waktu

Kompetensi dasar :

- 1.2. Melakukan penjumlahan vektor

Indikator :

- 1.2.1. Membedakan dan memberi contoh besaran vektor dan skalar
- 1.2.2. Menggambarkan dan menjelaskan gambar vektor
- 1.2.3. Menghitung dan menggambarkan selisih dan jumlah dua vektor atau lebih
- 1.2.4. Menjelaskan perkalian vektor (*)

Catatan :

- (*) Materi perkalian vektor secara eksplisit tidak tercantum atau tidak termuat dalam kompetensi dasar melakukan penjumlahan vektor, tetapi juga tidak termuat dalam standar kompetensi dan kompetensi dasar yang lain di kelas dan semester yang lain, oleh sebab itu materi ini tetap dipandang perlu untuk diajarkan karena diperlukan sebagai konsep prasyarat dalam pembelajaran materi ajar lain.

4. Analisis Materi Ajar Besaran Fisika dan Pengukurannya

Konsep Esensial Materi Ajar Besaran Fisika dan Pengukurannya

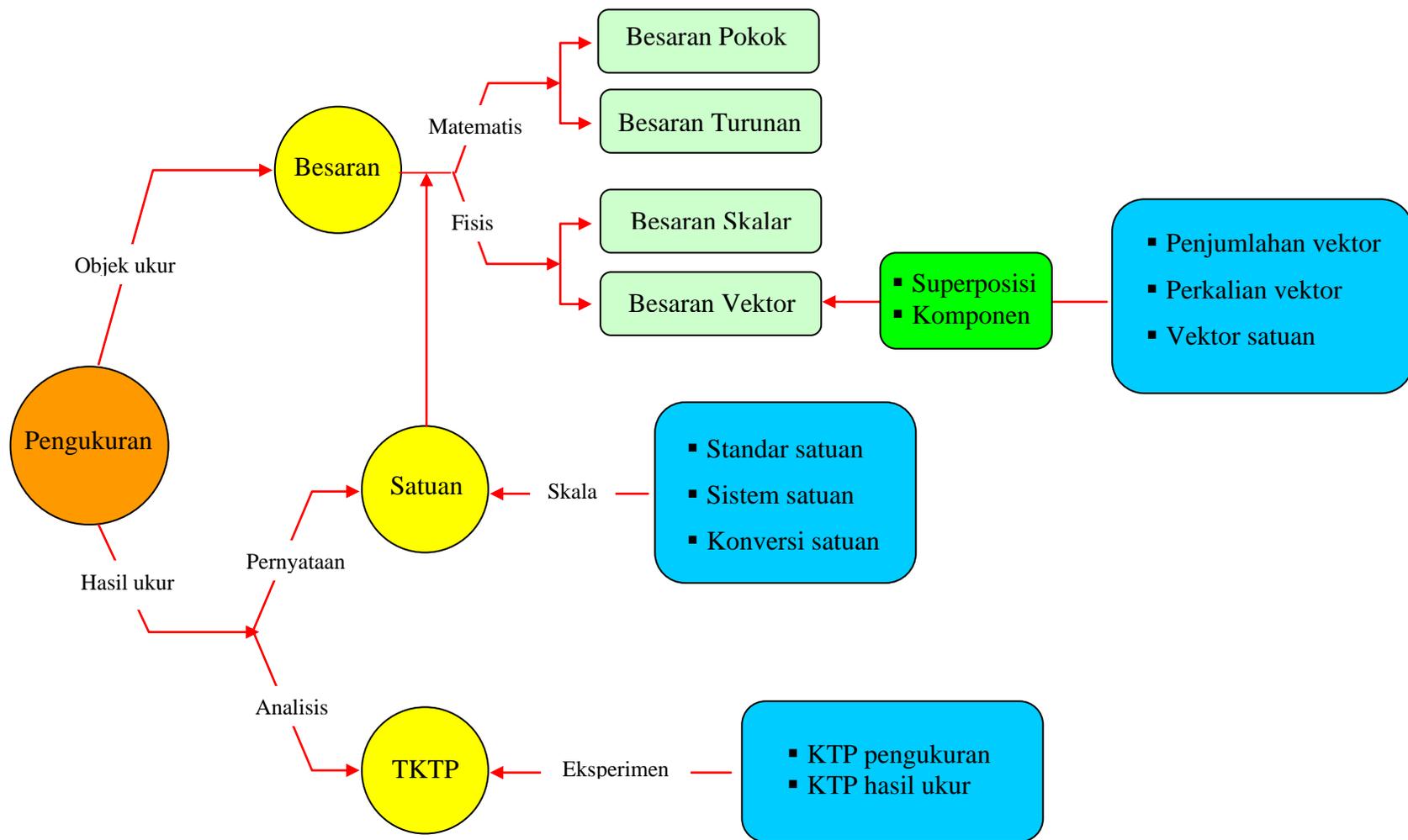
Konsep-konsep esensial materi ajar besaran fisika dan pengukurannya antara lain adalah :

- Besaran pokok dan besaran turunan
- Satuan, sistem satuan, standar satuan, konversi satuan dan dimensi
- Skala dan pengukuran
- Ketidakpastian, angka penting dan bilangan penting
- Besaran skalar dan besaran vektor.

Peta Konsep Materi Ajar Besaran Fisika dan Pengukurannya

Untuk mempermudah pemahaman suatu materi ajar, serta hubungan antara konsep-konsep esensial yang terdapat di dalam materi ajar itu, kita dapat membuat peta konsep materi ajar itu. Ada teori dan aturan tertentu mengenai apa itu peta konsep dan bagaimana membuat peta konsep, namun setiap orang dapat membuat peta konsep menurut versinya sendiri. Dalam hal yang disebutkan terakhir, peta konsep dapat diartikan sebagai sebuah pola yang menggambarkan hubungan antara berbagai konsep menurut versi pemahaman orang yang membuatnya.

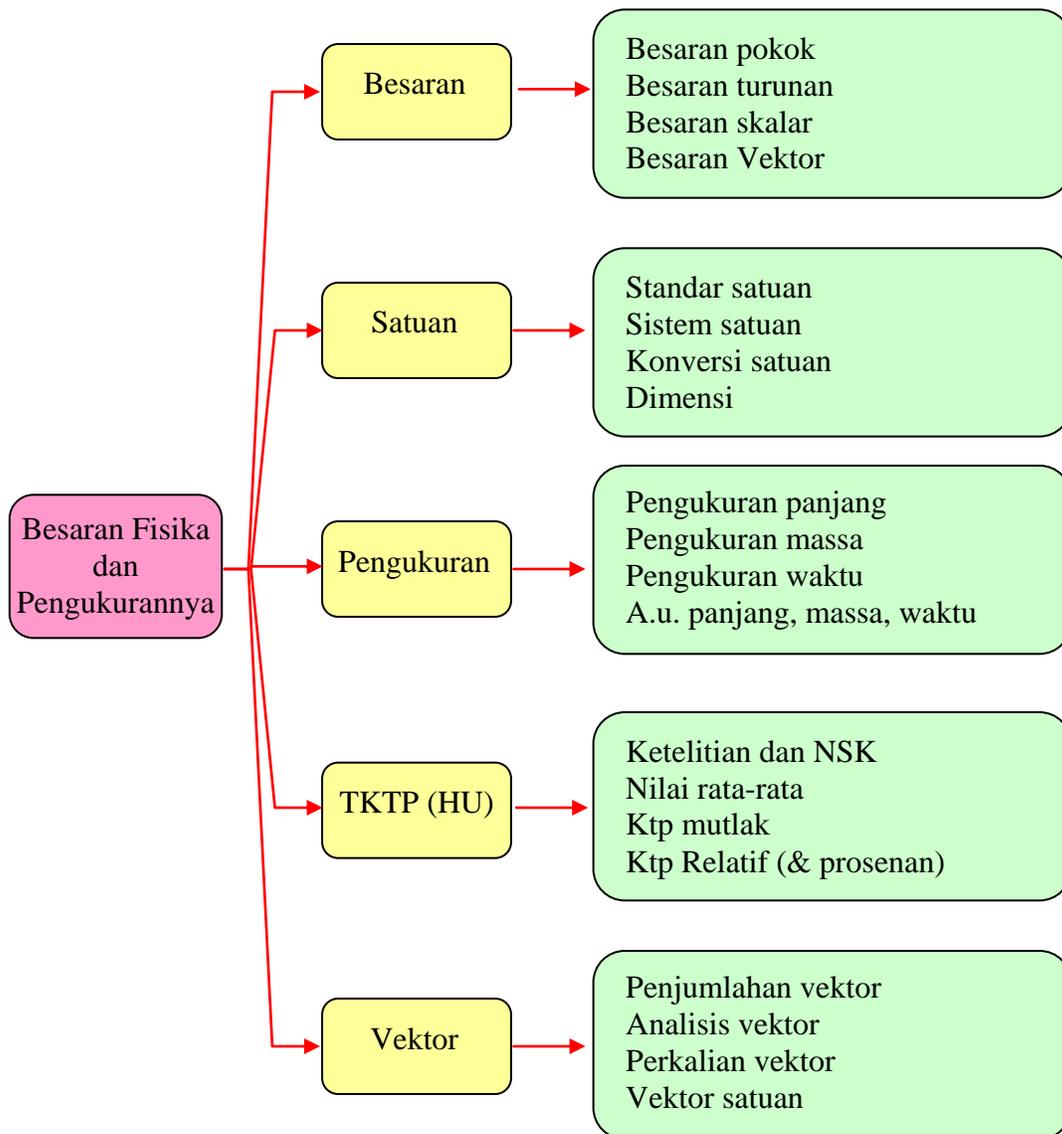
Pada umumnya, suatu peta konsep secara eksplisit mencantumkan konsep-konsep yang terkait, garis atau anak panah yang menghubungkan konsep-konsep itu dengan atau tanpa preposisi di tengahnya. Dengan mengingat dan memperhatikan konsep-konsep esensial materi ajar besaran fisika dan pengukurannya serta saling keterkaitan konsep-konsep esensial yang terdapat di dalamnya, kita dapat membuat dan menjelaskan peta konsep materi ajar tersebut sesuai dengan teori atau aturan yang kita rujuk untuk membuat peta konsep itu. Berikut ini adalah contoh peta konsep untuk materi ajar besaran fisika dan pengukurannya. Peta konsep ini dibuatn tidak dengan mengacu atau merujuk teori pembuatan peta konsep tertentu, melainkan menurut versi penulis sendiri. Perlu diperhatikan bahwa peta konsep berikut ini tidak mempedulikan urutan penyajian materi ajar besaran fisika dan pengukurannya di dalam proses pembelajaran.



Gambar 1. Peta konsep materi ajar

Bagan Materi Ajar Besaran Fisika dan Pengukurannya

Dengan memperhatikan kebutuhan konsep prasyarat dalam penyajian materi ajar besaran fisika dan pengukurannya, maka penyajian dari setiap bagian materi ajar besaran fisika dan pengukurannya perlu memperhatikan dan menggunakan urutan tertentu. Untuk menggambarkan bagian-bagian dan urutan penyajian materi ajar besaran fisika dan pengukurannya, maka dapat dibuat bagan materi ajar besaran fisika dan pengukuran, misalnya seperti pada bagan berikut ini.



Gambar 2. Bagan materi ajar

Uraian Materi Ajar Besaran Fisika dan Pengukurannya

Sesuai dengan peta konsep dan bagan materi yang telah dikemukakan, materi ajar besaran fisika dan pengukurannya diuraikan dan disajikan secara berurutan mulai dari sub materi ajar besaran, kemudian dilanjutkan dengan sub-sub materi ajar satuan, pengukuran, teori ketidakpastian (hasil ukur) dan vektor. Uraian materi ajar yang dibuat secara utuh, detail dan sistematis, dengan penuh tanggung jawab, niat baik, dan ikhlas, insya Allah akan membantu siswa mencapai hasil belajar yang baik. Berikut ini adalah uraian materi ajar secara global untuk konsumsi anda sebagai mahasiswa calon tenaga kependidikan. Dalam uraian ini setiap sub materi ajar, konsep dan sub konsep tidak akan diuraikan secara detail, penulis menganggap hal itu sudah anda peroleh dalam matakuliah lain yang berkaitan, silahkan anda mempelajarinya kembali.

Pengukuran dilakukan untuk memperoleh data empiris dari objek ukur. Yang diukur adalah **besaran-besaran fisika** dari benda yang menjadi objek ukur. Dilihat dari strukturnya secara matematis, besaran dapat dibedakan atas **besaran pokok** dan **besaran turunan**. Besaran pokok ditentukan terlebih dahulu sedemikian rupa sehingga memudahkan untuk menyatakan besaran-besaran yang lain. Secara matematis besaran pokok berdiri sendiri, bukan hasil operasi matematis dari besaran-besaran lain, sedangkan besaran turunan merupakan hasil operasi matematis dari dua buah besaran pokok atau lebih sesuai dengan konsep, teori dan hukum fisika. Secara fisis besaran fisika dapat dibedakan atas besaran skalar dan besaran vektor. Besaran skalar adalah besaran fisika yang memiliki nilai (besar) dan tidak memiliki arah, sedangkan besaran vektor adalah besaran fisika yang memiliki nilai (besar) dan memiliki arah.

Hasil ukur dinyatakan dengan menggunakan **satuan** dan diolah atau dianalisis dengan menggunakan **teori ketidakpastian**. Karena satuan digunakan untuk menyatakan besaran fisika, maka satuan juga dapat dibedakan atas satuan pokok dan satuan turunan, tetapi satuan tidak dibedakan atas satuan skalar dan satuan vektor, besaran skalar dan besaran vektor dapat memiliki satuan yang sama. Pengkajian lebih lanjut mengenai satuan adalah meliputi **standar satuan**, **sistem satuan** dan **konversi satuan**. Pengkajian mengenai standar satuan biasanya terfokus pada meter standar, kilogram standar dan detik standar, sedangkan pengkajian mengenai sistem satuan terfokus pada system internasional (SI) dan konversi satuan terfokus pada orde pengukuran yang dinyatakan

dengan awalan untuk satuan seperti tera, giga, mega, kilo, mili, mikro, nano, piko, femto (untuk fisika menjadi fermi) dan atto.

Ketidakpastian dibedakan atas **ketidakpastian pengukuran** dan **ketidakpastian hasil ukur**. Dalam ketidakpastian pengukuran dikenal istilah-istilah ketelitian, ketepatan, kepekaan, resolusi, ketidakpastian acak, dan ketidakpastian bersistem. Dalam analisis ketidakpastian hasil ukur terdapat konsep-konsep **ketelitian dan nilai skala terkecil, nilai rata-rata hasil ukur, angka penting, bilangan penting**, dan **kesalahan mutlak, kesalahan relatif** dan **kesalahan prosenan**. Dalam pembelajaran di kelas, materi ajar ketidakpastian lebih difokuskan kepada ketidakpastian hasil pengukuran. Perlu diingat dan diperhatikan bahwa pemahaman grafik sangat diperlukan dalam mempelajari fisika baik secara teoritis maupun secara eksperimen, oleh sebab itu pembelajaran materi ajar ketidakpastian hasil pengukuran ini harus memuat konsep grafik di dalamnya. Agar siswa dapat memahami dengan baik cara membuat dan menginterpretasikan grafik, maka perlu diajarkan konsep-konsep berbanding lurus, berbanding terbalik, dan matematika sebagai alat bantu fisika. Semua sub materi ajar, konsep dan sub konsep, dari materi ajar besaran fisika merupakan pengetahuan prasyarat bagi siswa untuk mempelajari fisika selanjutnya. Oleh sebab itu pembelajaran materi ajar ini hendaknya dilakukan dengan sebaik mungkin, sehingga memberikan dasar yang baik bagi siswa untuk mempelajari fisika selanjutnya termasuk konsep vektor yang akan diuraikan berikut ini.

Besaran vektor atau sering disebut sebagai **vektor** adalah besaran fisika yang memiliki **nilai (besar)** dan **arah**, contohnya antara lain adalah kecepatan, percepatan, gaya, impuls, dan momentum. Vektor diberi **lambang, simbol** atau **notasi** dan digambarkan sedemikian rupa dengan **definisi** dan **batasan-batasan** tertentu. Tujuan utama pembelajaran materi ajar vektor ini adalah agar siswa memahami **superposisi** dan **komposisi** vektor, misalnya superposisi dan komposisi gaya yang bekerja pada sebuah benda dan sebagainya. Agar tujuan itu tercapai, maka pembelajaran materi ajar vektor harus meliputi penjumlahan vektor (jumlah dan selisih), analisis vektor dan perkalian vektor. Penjumlahan vektor dapat dilakukan secara grafis dengan menggunakan metoda segitiga, metoda jajaran genjang, dan metoda poligon, dan secara matematis dengan menggunakan rumus trigonometri. Pengurangan dan penjumlahan vektor juga dapat dilakukan dengan menggunakan sistem kartesian yang kemudian disebut sebagai metoda

analitis atau biasa juga disebut sebagai analisis vektor. Perkalian vektor dapat dibedakan atas perkalian biasa antara besaran skalar dan vektor, perkalian skalar (dot, *scalar product*) antara dua besaran vektor yang hasilnya berupa besaran skalar, dan perkalian vektor (*cross, vector product*) antara dua besaran vektor yang hasilnya berupa besaran vektor. Perlu diingat dan diperhatikan bahwa pembelajaran vektor ini hendaknya memberikan kemampuan yang sama baiknya baik dalam menghitung, maupun dalam menggambarkan

Aspek Kognitif Afektif Psikomotorik dan Contoh Terapan Materi Ajar Besaran Fisika dan Pengukurannya

Pemahaman komprehensif atas materi ajar juga mengandung pengertian bahwa pemaham mengetahui aspek-aspek kognitif, afektif dan psikomotorik serta contoh terapan dari materi ajar itu. Hal ini sangat berguna dalam menentukan pengembangan indikator dan selanjutnya juga dalam pemilihan strategi, metoda, pendekatan, kegiatan guru dan siswa, dan media pembelajaran materi ajar itu. Penelusuran aspek-aspek kognitif, afektif dan psikomotorik serta contoh terapan materi ajar ini akan semakin baik jika dilakukan sampai kebagian-bagian yang paling detail dari materi ajar yang bersangkutan. Tabel 1 berikut ini adalah contoh hasil penelusuran yang dimaksud. Pada tabel itu kolom aspek terdiri dari kolom K untuk aspek kognitif, kolom A untuk aspek afektif, dan kolom P untuk aspek psikomotorik. Tabel ini diisi sebagian dengan maksud agar Anda dapat melengkapinya sendiri.

Tabel 1. Aspek Kognitif, Afektif, Psikomotorik dan Contoh Terapan Besaran Fisika dan Pengukurannya.

Materi	Aspek			Contoh Terapan
	K	A	P	
Besaran pokok	v			
Besaran turunan	v			
Standar satuan	v	v		Metrologi
Sistem satuan	v	v		Sistem satuan di : Amerika, Jawa Barat dsb.
Konversi satuan	v	v		Tebal plat, panjang batang, jarak antar kota.
Dimensi	v			
Pengukuran panjang	v	v	v	Panjang kain, labar tanah, dsb.
Pengukuran massa	v	v	v	Massa barang (pasar, bandara)
Pengukuran waktu	v	v	v	Waktu tempuh pelari

A.u. panjang, massa, waktu	v	v	v	Macam-macam materean, timbangan, stopwatch, jam dsb.
Ketelitian dan NSK	v	v	v	Rol meter, materan, mistar, jangka sorong
Nilai rata-rata				
Ktp mutlak				
Ktp Relatif (& prosenan)				
Penjumlahan vektor				
Analisis vektor				
Perkalian vektor				
Vektor satuan				