

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang Masalah**

Pendidikan tidak terlepas dari proses belajar mengajar. Secara sederhana proses belajar mengajar merupakan interaksi antara peserta didik yang belajar dan pendidik yang mengajar melalui suatu proses dilakukan secara sadar dan disengaja demi tercapainya tujuan pembelajaran. (Karmila, 2016: 5)

Proses belajar mengajar, pendidik, peserta didik, dan materi ajar merupakan komponen utama, sehingga keberadaan ketiga komponen ini sangatlah penting. Suatu pembelajaran tidak akan berjalan optimal jika salah satu komponen utamanya hilang, sehingga meskipun keberhasilan suatu pembelajaran salah satunya dapat dilihat dari sisi kuantitas yaitu berupa hasil belajar peserta didik, namun tetap saja proses tersebut tidak akan berlangsung secara sempurna.

Proses belajar mengajar adalah sebuah fenomena wacana. Proses belajar mengajar menjadi utuh apabila melibatkan pengajar, pembelajar, dan materi subyek. Penilaian proses belajar mengajar dengan pendekatan Pedagogi Materi Subyek (PMS) akan mampu mengungkap kualitas proses belajar mengajar secara totalitas. Kualitas proses belajar mengajar terlihat dari logika internal yang terjadi antara pengajar, pembelajar, dan materi subyek, yang ketiganya melakukan interaksi dalam membangun pengetahuan. (Herlanti, 2011: 1)

Berkaitan dengan proses belajar mengajar, tidaklah lepas dari interaksi pendidik dan peserta didik serta materi subyek yang diajarkan oleh pendidik. Mengenai keterkaitan tersebut, Nelson Siregar mengemukakan sudut pandang mengenai proses belajar mengajar yang dikenal dengan konsep Pedagogi Materi Subyek (PMS). Nelson Siregar mengungkapkan keberhasilan proses belajar mengajar dalam meningkatkan pemahaman materi subyek secara utuh tidak lepas dari hubungan upaya pendidik dan peserta didik dalam membentuk kerangka berpikir bersama. Upaya peningkatan tersebut dapat diwujudkan melalui interaksi kognitif antara pendidik, peserta didik dan materi subyek demi terlaksananya totalitas logika internal (Siregar N, 1998: 34).

(Kuntadi, 2003: 35) menyatakan bahwa interaksi dalam pembelajaran diharapkan memenuhi kriteria mudah diajarkan (*teachable*) berhubungan dengan tugas mengkonstruksi pengetahuan agar materi subyek (konten) sesuai dengan kondisi intelektual peserta didik yang cukup beragam, serta kriteria mudah dijangkau (*accessible*) merujuk pada pengelolaan materi subyek menurut pertimbangan psikologi pembelajaran.

Istilah tindakan pengajar yang mudah diajarkan (*teachable*) dikategorikan sebagai motif wacana menginformasikan (*informing*), menggali (*eliciting*), dan mengendalikan (*directing*) paralel dengan kategori materi subyek konten, substansi, dan sintaktikal yang berlaku sebagai target dari wacana. Istilah diakses merupakan kategori respon pembelajar sebagai perwujudan dari upayanya untuk berpartisipasi dalam membangun pengetahuan, ini terdiri dari *intelligible* (dipahami karena pengetahuan dilihat berpadu dan mempunyai konsistensi internal), *plausible* (dipahami karena sesuai dengan pengetahuan yang dimiliki siswa), dan *fruitful* (bernilai lebih dari yang sudah ada karena lebih berguna dan ringkas).

Respon pembelajaran yaitu *intelligible*, *plausible*, dan *fruitful* dapat diukur dengan melakukan evaluasi berupa Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dan sejenisnya. Undang-Undang Dasar Republik Indonesia No 20 Tahun 2003 tentang evaluasi, akreditasi, dan sertifikasi dalam pasal 57 menyatakan bahwa evaluasi dilakukan dalam rangka pengendalian mutu pendidikan secara nasional sebagai bentuk akuntabilitas penyelenggara pendidikan. Sehingga dengan melakukan evaluasi kita dapat mengetahui respon dari peserta didik dan dapat mengetahui mutu pendidikan. Dengan melakukan evaluasi, secara langsung juga melakukan penilaian.

Penilaian merupakan alat ukur keberhasilan suatu pembelajaran (Nasoetion, 2006: 26). Namun secara umum penilaian dilakukan hanya pada peserta didik tetapi pendidik juga harus dilakukan penilaian terkait proses pembelajarannya, sehingga hasil dari penilaian atau evaluasi dapat diperoleh secara sempurna. serta dapat disimpulkan bahwa pendidik yang menyampaikan materi subyek dengan menggunakan suatu motif telah sesuai dengan kriteria respon peserta didik.

Berdasarkan hasil studi pendahuluan yang dilakukan di SMAN 1 Nagreg pada tanggal 14 Januari 2019 melalui wawancara dengan pendidik fisika. Diperoleh informasi bahwa dalam proses pembelajaran peserta didik sudah mempunyai pengetahuan awal. Namun berbeda-beda pada setiap peserta didiknya ada yang kuat dan ada sebagian yang lemah. Serta ketika proses pembelajaran berlangsung ada sebagian peserta didik yang dapat mengikuti pembelajaran dengan cepat dan ada sebagian yang bahkan tidak bisa mengikuti pembelajaran tersebut. Dengan demikian sangatlah sulit untuk menentukan kriteria respon dari peserta didik apakah sudah mencapai kriteria *intelligible* atau sudah pada kriteria *plausible* atau *fruitful*. Penelitian ini difokuskan pada pemahaman peserta didik sampai pada tingkat kriteria *intelligible*.

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan maka penulis terdorong untuk melakukan penelitian dengan judul “**Penilaian Formatif Kriteria Intelligible Pada Pembelajaran Fisika Berdasarkan Motif Informing Dan Aspek Konten** (Studi Wacana Kelas pada materi usaha dan energi di kelas X SMAN 1 Nagreg).”

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang permasalahan, rumusan masalah yang diangkat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana struktur makro pembelajaran Usaha dan Energi melalui Pedagogi Materi Subyek ?
2. Bagaimana hasil penilaian formatif dengan kriteria *intelligible* pada materi usaha dan energi berdasarkan motif informing dan aspek konten?

## **C. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang dipaparkan diatas, maka penelitian ini bertujuan :

1. Mengetahui struktur makro pembelajaran Usaha dan Energi melalui Pedagogi Materi Subyek pada peserta didik kelas X SMAN 1 Nagreg. .
2. Mengetahui hasil penilaian formatif dengan kriteria *intelligible* pada materi usaha dan energi berdasarkan motif informing dan aspek konten.

#### **D. Manfaat Hasil penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat baik secara teoritis dan praktis, yang dirinci sebagaimana berikut:

1. Teoritis

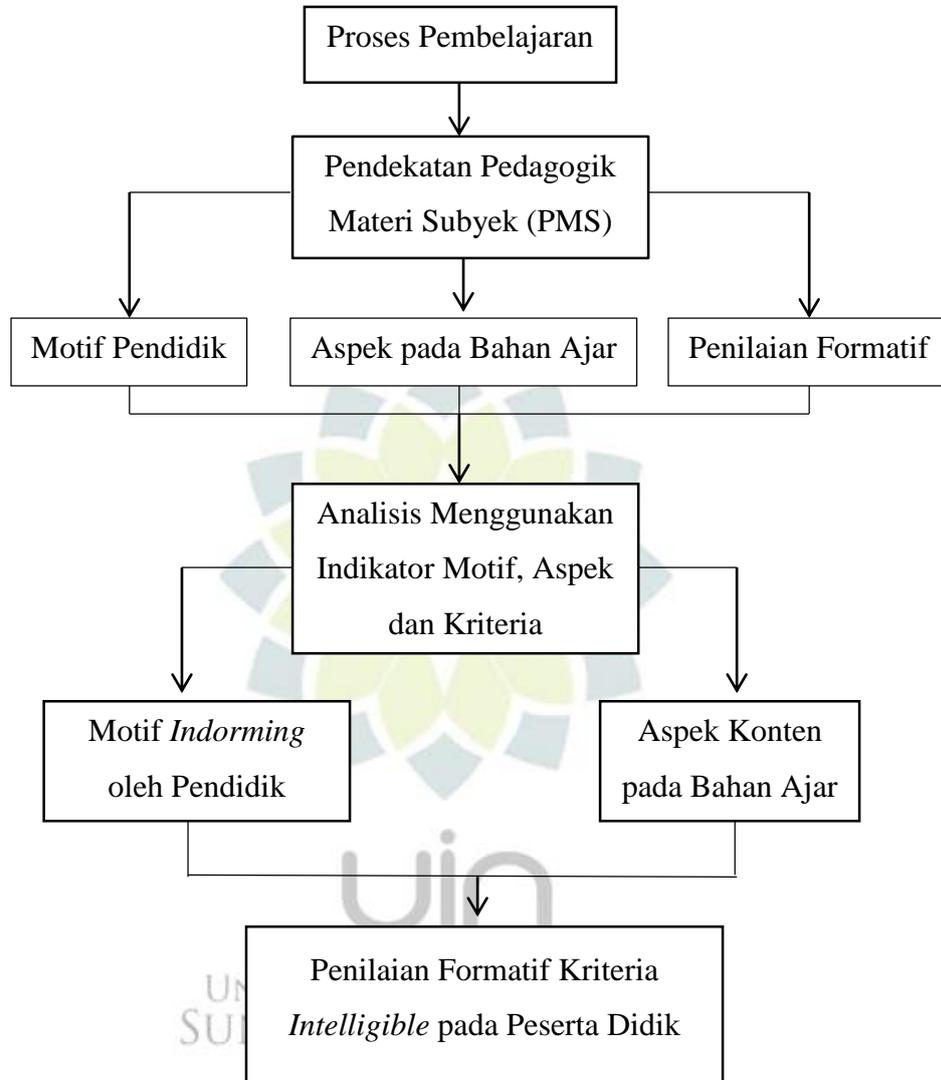
Secara teoretis, diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi inspirasi untuk penelitian-penelitian lanjutan terkait sudut pandang PMS dalam pembelajaran.

2. Praktis

- a. Pendidik, sebagai upaya membantu pendidik untuk meningkatkan respon peserta didik pada pembelajaran supaya tidak hanya sampai pada kriteria *intelligible*, serta membantu pendidik agar lebih menyadari pentingnya peranan pendidik dan strategi mengajarnya dalam upaya bersama mengkonstruksi pengetahuan di dalam kelas.
- b. Sekolah, sebagai pengetahuan dan informasi mengenai adanya suatu pendekatan yang dapat menggambarkan atau mengungkapkan proses pembelajaran secara totalitas yang disebut dengan PMS.
- c. Peneliti, sebagai upaya awal untuk memahami proses pembelajaran secara totalitas, serta dapat menjadi inspirasi untuk penelitian selanjutnya terkait sudut pandang Pedagogik Materi Subyek (PMS) dalam proses pembelajaran.

## E. Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran dalam penelitian ini digambarkan pada skema berikut:



Gambar 1.1. Kerangka Berpikir

wacana akan mengungkapkan bagaimana motif pendidik ketika mengajar, kriteria pemahaman yang diperoleh peserta didik dan aspek pada materi subyek. Seyogyanya dalam setiap proses pembelajaran pendidik, peserta didik, dan materi subyek harus secara maksimal mengkontruksi pengetahuan dengan baik. Pada saat proses belajar mengajar pendidik harus menggunakan motif informing, materi subyek yang ditangkap oleh peserta didik sampai kepada aspek konten sehingga

pemahaman peserta didik bisa mencapai kriteria *intelligible*. Pentingnya seluruh interaksi antara pendidik, peserta didik dan materi subyek adalah sebagai upaya mengkonstruksi pengetahuan peserta didik supaya lebih baik.

Oleh karena itu, materi subyek yang disampaikan pendidik ini perlu di analisis menggunakan analisis PMS dengan motif pendidik dan aspek materi subyek. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui sampai sejauh mana kriteria pemahaman peserta didik yang diperoleh. pelajaran fisika memenuhi komponen yang ada dalam PMS. Pendidik, peserta didik, bahan ajar akan dianalisis bagaimana proporsi setiap motif, aspek dan kriterianya dalam PMS. Analisis ini diperlukan untuk mengembangkan kualitas materi subyek yang telah dianalisis.

#### **F. Permasalahan Utama**

Struktur makro merupakan representasi proses belajar mengajar yang memuat tema dari materi subyek yang sesuai dengan motif pendidik untuk mencapai tujuan suatu wacana. Di dalam struktur makro terdapat tingkatan baik motif pendidik, materi subyek, maupun kriteria seperti motif *informing*. Motif *informing* merupakan motif yang diberikan oleh pendidik kepada peserta didik berupa menginformasikan materi subyeknya, aspek *konten* merupakan tingkatan materi subyek yang paling dasar. Motif *informing* dan aspek konten akan selaras dengan kriteria *intelligible* dimana kriteria ini merupakan kriteria termudah untuk dicapai peserta didik (*accessible*). Sehingga melalui struktur makro, penilaian formatif dengan kriteria *intelligible* pada materi usaha dan energi dapat diungkap melalui motif *informing* dan aspek *konten*.

#### **G. Hasil Penelitian Terdahulu**

Terdapat kecenderungan pendidik menggunakan motif *informing* dalam pembelajaran, dengan demikian hal ini menyiratkan bahwa dari struktur materi yang diajarkan oleh pendidik masih didominasi oleh aspek konten (Millah, 2017: 78). Seorang pendidik yang menggunakan motif *informing* dalam pembelajarannya akan cenderung menyampaikan materi subyek pada aspek konten, (Ijharudin, 2018: 61) mengungkapkan bahwa aspek konten mendominasi dalam materi subyek,

pengukuran ini berdasarkan indikator-indikator dari setiap aspek. aspek konten merupakan materi subyek dengan tingkat kesukaran paling rendah berupa definisi, faktor-faktor, satuan, dan lain sebagainya. Dalam penyampaianya seorang pendidik biasa menyampaikan dengan menggunakan motif informing, motif *informing* dipilih pendidik dalam mengajar biasanya karena pendidik ingin memperkenalkan suatu topik baru (Millah, 2017: 76), topik baru atau materi subyek yang baru tentu mudah dijangkau oleh peserta didik dalam proses pembelajarannya atau biasa disebut kriteria intelligible. Kriteria *intelligible* merupakan salah satu kriteria pada kategori mudah dijangkau (*accessible*) oleh peserta didik dalam proses pembelajaran. Secara bahasa *Intelligible* merupakan pemahaman sebagai pengetahuan deklaratif yaitu bisa disampaikan kembali (Anderson & Krathwohl, 2001: 34).



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Penilaian**

Penilaian atau assessment merupakan bagian penting dalam proses penyelenggaraan pendidikan. Penilaian merupakan kegiatan menafsirkan data hasil pengukuran berdasarkan kriteria maupun aturan-aturan tertentu (Widoyoko, 2014: 48).

Penilaian mencakup semua cara yang digunakan untuk menilai unjuk kerja individu. Penilaian yang berfokus pada individu, yaitu prestasi belajar yang dicapai individu. Proses penilaian meliputi pengumpulan bukti-bukti tentang pencapaian belajar peserta didik penilaian memerlukan data yang baik dan didukung dengan proses pengukuran yang baik (Mardapi, 2008: 29).

Penilaian adalah suatu proses untuk memperoleh informasi yang digunakan untuk membuat keputusan tentang peserta didik, kurikulum, program, dan kebijakan pendidikan.

Sehingga, penilaian merupakan kegiatan yang sangat penting dalam proses pembelajaran untuk memperoleh hasil berupa data yang mengukur keberhasilan dalam proses pembelajaran.

#### **B. Kriteria *Intelligible***

Kriteria *intelligible* merupakan salah satu kriteria pada kategori mudah dijangkau (*accessible*) oleh peserta didik dalam proses pembelajaran. Secara bahasa *Intelligible* merupakan pemahaman sebagai pengetahuan deklaratif yaitu bisa disampaikan kembali. Dalam psikologi kognitif pengetahuan deklaratif didefinisikan dalam bentuk istilah "*knowing that*" yaitu "tahu bahwa" (Anderson & Krathwohl, 2001: 36).

Pengetahuan konsep baru yang diterima peserta didik harus dapat dimengerti, artinya peserta didik harus tahu apa arti dan menemukan bahwa konsep baru itu masuk akal. Hewson dan Hennessey menjelaskan bahwa dalam rangka konsep untuk dapat dipahami, peserta didik harus tahu apa arti dari konsep baru yang akan

dipelajari dan mereka harus mampu menjelaskan konsep dengan kata-kata mereka sendiri (Hadi, 2016: 54).

Kriteria *intelligible* diartikan sebagai pemahaman terhadap pengetahuan deklaratif yang dapat dikaitkan dengan taksonomi Bloom lama pada kategori pengetahuan, maka indikator kriteria *intelligible* dapat menggunakan indikator kategori pengetahuan (Syaadah, 2016: 15). Adapun indikator pada kategori pengetahuan tersebut dapat diamati melalui kata kerja kunci yang telah dirumuskan oleh Bloom, yaitu sebagai berikut :

Tabel 2. 1. Contoh Indikator dalam Taksonomi Bloom

Contoh Indikator dalam Taksonomi Bloom	
1. Mendefinisikan	8. Menyebutkan
2. Menyusun	9. Membuat Kerangka
3. Daftar	10. Menggaris bawahi
4. Menamai	11. Menggambarkan
5. Menyatakan	12. Menjodohkan
6. Mengidentifikasi	13. Memilih
7. Mengetahui	

### C. Pedagogik Materi Subyek PMS

Pedagogi Materi Subyek adalah salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mengungkap proses belajar mengajar secara totalitas. PMS memandang bahwa proses belajar mengajar sebagai “upaya bersama dalam bentuk suatu antar ketergantungan materi subyek, pembelajar dan pendidik sehubungan dengan isu totalitas dan logika internal dari tugas sosial mengkonstruksi pengetahuan dari PBM” (Siregar N, 2003: 29). Pandangan seperti ini didasarkan pada sebuah pandangan, bahwa keberhasilan PBM dalam meningkatkan pemahaman materi subyek berhubungan erat dengan upaya pendidik dan peserta didik untuk mengkonstruksi kerangka berfikir bersama. Upaya mengkonstruksi bersama tersebut diwujudkan melalui interaksi verbal dalam bentuk wacana antara komponen-komponen materi subyek, pendidik, dan peserta didik. Istilah totalitas

mengacu pada materi subyek, pendidik dan peserta didik, sedangkan istilah logika internal mengacu pada konstruksi pengetahuan yang terjadi selama PBM.

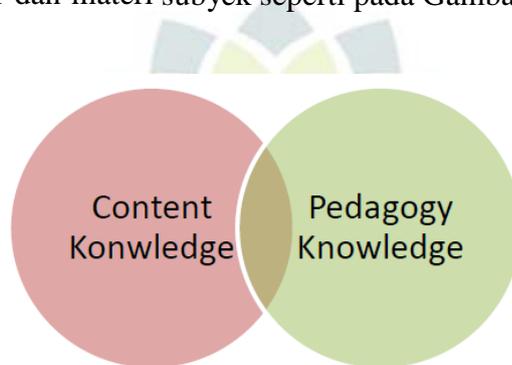
PMS melalui analisis wacananya, memberikan sebuah alat atau metoda (*tool*) untuk menggali apa dan bagaimana cara pengajaran serta kedalaman pengetahuan seorang pengajar, ketika ia mengajarkan konten dengan cara tertentu sesuai pengalamannya. Dalam hal ini PMS telah selangkah lebih maju dari Shulman pada tahun 1987, karena Shulman tidak mengungkapkan bagaimana cara tepat untuk menggali *amalgam* yang dilakukan oleh pengajar.

Shulman membagi materi subyek dalam tiga aspek (konten, substantif dan sintaktikal). Pada konteks pedagogi aspek sintaktikal diadaptasikan sebagai upaya pengukuhan yang diwujudkan dengan menyusun konten menjadi bangunan substansi berdasarkan hukum, teori, aturan dsb tanpa suatu keharusan untuk memvalidasinya, namun upaya memvalidasi dapat dilakukan oleh keterampilan intelektual karena kebenaran pengetahuan yang berhasil di bangun dapat ditentukan oleh keterpaduan konten saat mewujudkan substansinya. Hal ini dipetakan oleh Gardner pada tahun 1975 dalam tahapan tertentu yang merujuk kepada struktur keilmuannya, yaitu hubungan aspek sintaktikal dan aspek substantif. Aspek Sintaktikal meliputi: (1) Mendefinisikan : proses menemukan konsep teoritis yang baru, atau meminjam konsep yang sudah ada untuk mengembangkan teori baru / Abduction. (2) Menghubungkan: materi subyek yang merupakan hasil perumusan kurikulum dan sebagai wakil setia disiplin keilmuan.

Pada dasarnya bangunan teoritis PMS adalah Shulman yang melakukan amalgamasi pengetahuan pedagogi umum dengan pengetahuan materi subyek dalam sebuah Pengetahuan Konten Pedagogikal (*Pedagogical Content Knowledge/PCK*). Menurut Shulman pengetahuan pendidik berkembang terus menerus melalui pengalaman. Pengalaman ini lahir karena pendidik mengajar konten tertentu dengan cara khusus agar dipahami siswa. PCK merupakan suatu cara praktis mengetahui materi subyek yang digunakan oleh pengajar bila mereka mengajar (Herlanti, 2011: 2).

Walaupun PMS berawal dari PCK, ada beberapa perbedaan prinsip antara PCK dan PMS. PCK memandang bahwa proses pembelajaran dilakukan oleh seorang

pendidik dengan cara melakukan *amalgam* antara konten dan pedagogi. Sedangkan menurut PMS, pendapat PCK tersebut kurang menghargai tugas mengkonstruksi ilmu yang diupayakan pengajar (Siregar N, 1999: 22). Menurut PMS proses belajar mengajar bukan sekedar *amalgam*, tetapi sebuah totalitas yang melibatkan logika internal antara pengajar, pembelajar, dan materi subyek dalam upaya membangun pengetahuan. Jika PCK menggambarkan proses belajar mengajar IPA sebagai sebuah amalgamsi, maka PMS menggambarkan proses belajar mengajar sebagai sebuah totalitas yang melibatkan logika internal yang ada pada pengajar, pembelajar dan materi subyek seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1. Pedagogical Konten Knowledge (PCK): *Kualitas amalgamsi (PCK) diperlukan untuk menilai kualitas proses belajar mengajar IPA* (Herlanti, 2011: 3)

Pedagogi materi-subyek mengasumsikan bahwa PBM merupakan suatu *fenomena wacana* yang membentuk suatu *totalitas* yang dikendalikan oleh *logika-internal* (Dahar & Siregar, 1998: 48). Istilah *fenomena wacana* yang digunakan dalam definisi ini memberi makna adanya *gejala interaksi*, sedangkan istilah *logika-internal* merujuk kepada *sesuatu yang menjadi sumber dari gejala yang dapat diamati pada permukaan suatu fenomena*, istilah *totalitas* mengisyaratkan adanya komponen-komponen pembangun pembelajaran yang memiliki hubungan antar-ketergantungan yaitu komponen pengajar, pembelajar dan materi-subyek (Dahar & Siregar, 1999: 43).

Komponen pengajar memegang peran penting dalam memilih dan mengendalikan bentuk wacana dan strategi pembelajaran yang dipilih. Pemilihan dan pengendalian yang dilakukan pengajar bertujuan memudahkan pembelajar

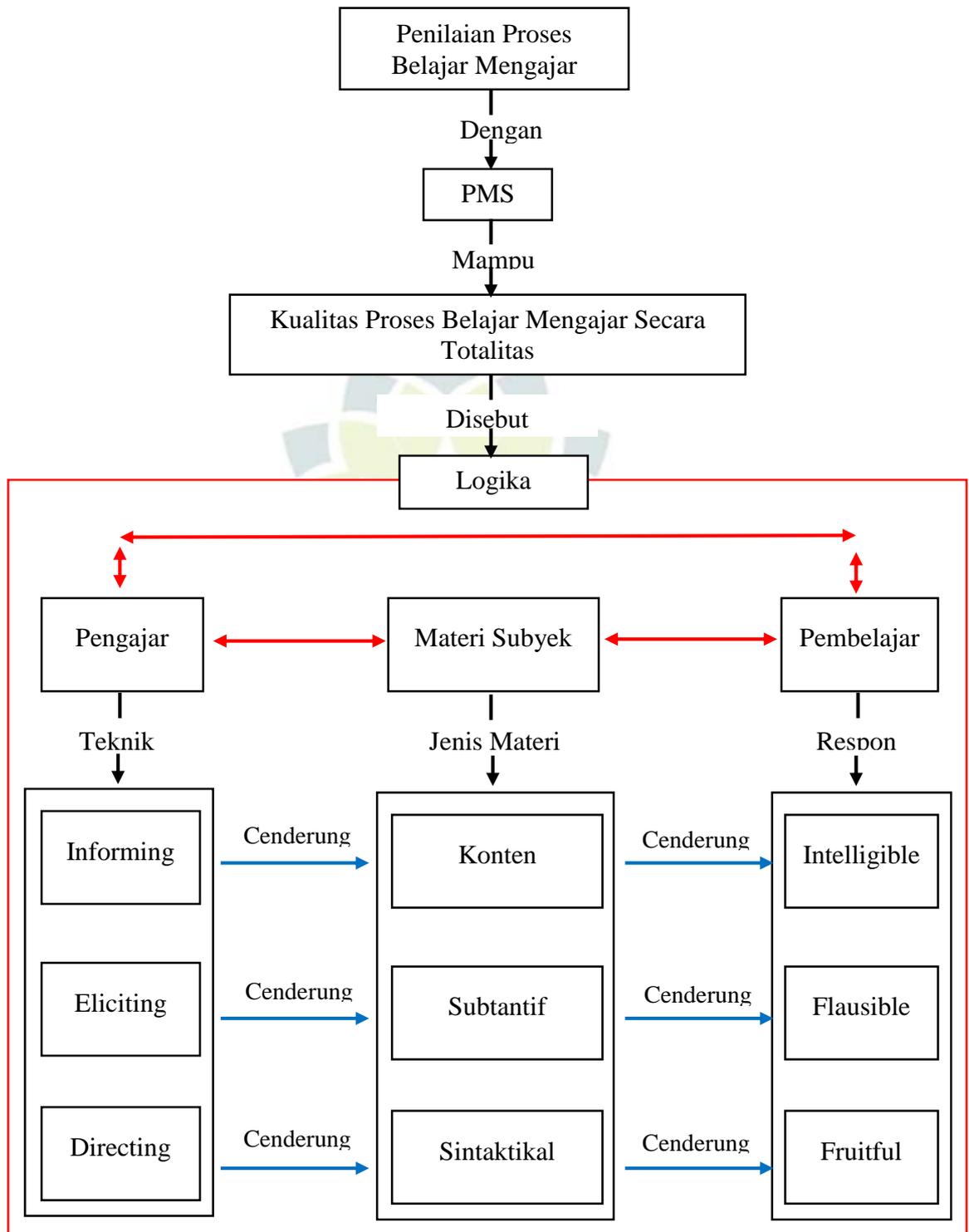
dalam memahami materi subyek. Komponen pembelajar mengkonstruksi ilmu yang kecepatan konstruksinya sesuai dengan kondisi intelektual, kognitif, dan sosial.



Gambar 2. 2. Trilogi PBM menurut PMS (Herlanti, 2011: 4)

Pembicaraan mengenai wacana kelas perlu prosedur untuk memahami realitas interaksi verbal dan kaitannya dengan konteks sosial. Oleh karena itu analisis yang relevan untuk itu adalah *analisis wacana*. Istilah wacana dalam penelitian ini cukup luas, mulai dari pengkodean, kuantifikasi, hingga pada interpretasi kualitatif. Unit analisis yang digunakan juga bervariasi, mulai dari frase hingga keseluruhan rekaman. Bertitik tolak dari tujuan utama penggalian makna, maka yang digunakan adalah *elemen dari ungkapan pendidik*, dalam hal ini disebut sebagai *unit wacana*. Alasan penggunaan unit-unit wacana ini adalah karena kemampuan pendidik mengungkapkan proses berpikir atau berbicara (Kuntadi, 2003: 36).

Secara umum PMS dapat digambarkan dalam diagram berikut



Gambar 2. 3. Peta Konsep PMS

Pada Peta konsep tersebut digambarkan penilaian belajar mengajar yang dilakukan dengan pendekatan Pedagogik Materi Subyek (PMS), akan mampu mengungkap kualitas proses belajar mengajar secara totalitas atau dapat disebut dengan logika internal, dalam logika internal terdapat interaksi antara pengajar, pembelajar, dan materi subyek yang saling bergantung, walaupun saat proses belajar pengajar semua teknik, materi dan respon peserta didik akan muncul, namun terdapat ketergantungan didalamnya seperti seorang pendidik yang mengajar dengan menggunakan teknik *informing* cenderung menyampaikan materi berupa konten-konten, fakta, dan lain sebagainya serta respon peserta didik akan berada pada kriteria intelligible.

#### D. Konsep Usaha dan Energi Berdasarkan Aspek Materi Subyek

##### 1. Aspek Konten

##### a. Usaha

Usaha atau kerja sering diartikan sebagai upaya untuk mencapai tujuan, misalnya usaha untuk menjadi juara kelas, usaha untuk memenangkan lomba balap sepeda, dan usaha untuk mencapai finis dalam lomba lari. Selama orang melakukan kegiatan maka dikatakan dia berusaha, tanpa memperdulikan tercapai atau tidak tujuannya.



Gambar 2. 4. Seorang yang sedang melakukan usaha: (a) Mendorong meja & (b) Mendorong dinding (Haryadi, 2009: 70)

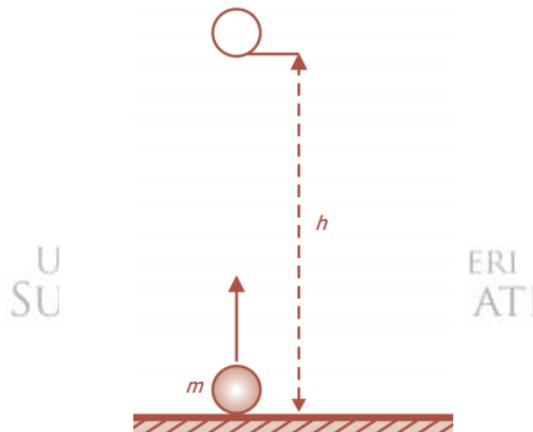
Pada saat kita mendorong sebuah meja dengan gaya tertentu, ternyata meja bergerak. Akan tetapi, ketika kita mendorong tembok dengan gaya yang sama, ternyata tembok tetap diam. Dalam pengertian sehari-hari keduanya dianggap sebagai usaha, tanpa memerhatikan benda tersebut bergerak atau diam.

#### b. Energi

Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha. Ada bermacam-macam bentuk energi yang dapat diubah menjadi bentuk energi yang lain. Dalam setiap perubahan bentuk energi, tidak ada energi yang hilang, karena energi bersifat kekal sehingga tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan.

##### a) Energi Potensial

Energi potensial gravitasi adalah energi yang dimiliki oleh benda karena kedudukan atau ketinggiannya. Energi potensial merupakan energi yang masih tersimpan atau tersembunyi pada benda, sehingga mempunyai potensi untuk melakukan usaha. Misalnya, sebuah benda dengan massa  $m$  diangkat dari permukaan tanah sampai ketinggian  $h$  dari tanah (Gambar 2.5).



Gambar 2. 5. Energi potensial benda pada ketinggian  $h$  (Haryadi, 2009: 74)

##### b) Energi Kinetik

Energi kinetik adalah energi yang dimiliki oleh benda karena gerakannya. Semakin cepat benda bergerak, maka semakin besar energi kinetik yang dimilikinya. Sebagai contoh, sebuah bus yang bermassa  $m$  mula-mula dalam keadaan diam, karena dipengaruhi gaya konstan  $F$ , bus bergerak dipercepat beraturan dengan kecepatan  $v$

hingga berpindah sejauh  $s$ . Hal ini menunjukkan bahwa mesin bus telah menyebabkan perubahan energi kinetik pada bus tersebut.

### c) Energi Mekanik

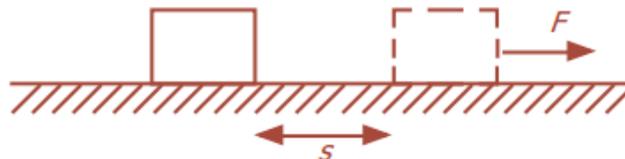
Energi mekanik adalah energi yang dihasilkan oleh benda karena sifat geraknya. Energi mekanik merupakan jumlah energi potensial dan energi kinetik yang dimiliki oleh benda

Hukum ini berbunyi:

“Jika pada suatu sistem hanya bekerja gaya-gaya dalam yang bersifat konservatif (tidak bekerja gaya luar dan gaya dalam tak konservatif), maka energi mekanik sistem pada posisi apa saja selalu tetap (kekal). Artinya energi mekanik sistem pada posisi akhir sama dengan energi mekanik sistem pada posisi awal”

## 2. Aspek Substantif

### a. Usaha



Gambar 2. 6. Usaha yang dilakukan oleh  $F$  (Haryadi, 2009: 70)

Dalam fisika, usaha memiliki pengertian khusus untuk mendeskripsikan apa yang dihasilkan oleh gaya ketika bekerja pada benda sehingga benda bergerak pada jarak tertentu. Usaha yang dilakukan oleh gaya didefinisikan sebagai hasil kali komponen gaya yang segaris dengan perpindahan dengan besarnya perpindahan. Gambar 2.6 menunjukkan gaya  $F$  yang bekerja pada benda yang terletak pada bidang horizontal sehingga benda berpindah sejauh  $s$ .

Besarnya komponen gaya yang segaris atau searah dengan perpindahan adalah  $F \cos \theta$ , sehingga besarnya usaha dirumuskan:

$$W = F \cdot s$$

$$W = F \cdot s \cdot \cos \theta \quad \dots \dots (2.1)$$

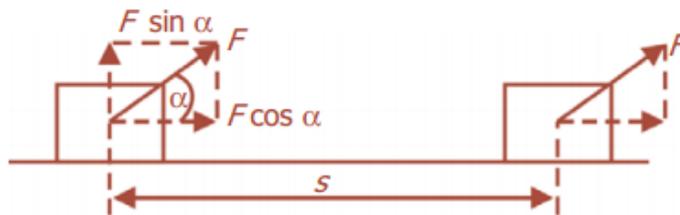
dimana :

$W$ : Usaha (N.m)

$F$ : Gaya (N)

$s$ : Perpindahan (m)

$\theta$ : Sudut antara gaya dengan arah perpindahan benda ( $^{\circ}$ ).



Gambar 2. 7. Usaha yang ditentukan sudut antara gaya dengan perpindahan (Haryadi, 2009: 71)

Berdasarkan persamaan (2.1), besarnya usaha yang dilakukan oleh gaya ditentukan oleh besarnya sudut antara arah gaya dengan perpindahan benda. Berikut ini beberapa keadaan istimewa yang berhubungan dengan arah gaya dan perpindahan benda.

Jika  $\theta = 0^{\circ}$ , berarti gaya  $F$  searah dengan arah perpindahan. Karena  $\cos 0^{\circ} = 1$ , maka usaha yang dilakukan:  $W = F \cdot s$ .

Jika  $\theta = 90^{\circ}$ , berarti gaya  $F$  tegak lurus dengan arah perpindahan. Karena  $\cos 90^{\circ} = 0$ , maka:  $W = 0$ . Dikatakan bahwa gaya tidak menghasilkan usaha.

Jika  $\theta = 180^{\circ}$ , berarti gaya  $F$  berlawanan dengan arah perpindahan. Karena  $\cos 180^{\circ} = -1$ , maka:  $W = -F \cdot s$ .

Jika  $s = 0$ , berarti gaya tidak menyebabkan benda berpindah, maka:  $W = 0$ .

### 3. Aspek Sintaktikal

#### a. Energi Potensial

Apabila percepatan gravitasi bumi  $g$ , maka gaya yang diperlukan untuk mengangkat benda adalah  $F = W = mg$ . Jadi, usaha yang diperlukan untuk mengangkat benda setinggi  $h$  adalah:

$$W = F \cdot s$$

$$W = m \cdot a \cdot s$$

$$W = m \cdot g \cdot h$$

Dengan demikian, benda yang berada pada ketinggian  $h$  mempunyai potensi untuk melakukan usaha sebesar  $W = m \cdot g \cdot h$ . Dikatakan benda tersebut mempunyai energi potensial gravitasi, yang besarnya:

$$E_{pg} = m \cdot g \cdot h$$

dengan:

$E_{pg}$  = energi potensial gravitasi ( J )

$m$  = massa benda (kg)

$g$  = percepatan gravitasi ( $m/s^2$ )

$h$  = ketinggian benda (m)

#### b. Energi Pegas

Sama halnya dengan energi potensial gravitasi, energi potensial pegas adalah energi yang dimiliki oleh benda karena kedudukan atau ketinggiannya pada pegas

Gaya pada pegas adalah  $F = k \cdot \Delta x$ . Pegas ketika kita tarik akan mengalami peregangan sehingga bertambah panjang dan ketika kita tekan ternyata pegas akan mengalami pemampatan sehingga menjadi lebih pendek.

$$F = W = k \cdot \Delta x$$

$$W = \int k x dx$$

$$W = k \int x dx$$

$$W = k \frac{1}{2} x^2 = \frac{1}{2} k \cdot x^2$$

Sehingga

$$E_{pp} = \frac{1}{2} k \cdot x^2$$

dengan :

$E_{pp}$  = energi potensial Pegas ( J )

$k$  = Konstanta Pegas (N/m)

$x$  = posisi (m)

c. Energi Kinetik



Gambar 2. 8. Benda bermassa  $m$  bergerak dengan kecepatan  $v$  yang dikenai gaya  $F$  menyebabkan Benda berpindah sejauh  $s$  (Haryadi, 2009: 75)

Benda bermassa  $m$  bergerak dengan kecepatan  $v$  yang dikenai gaya  $F$  menyebabkan benda berpindah sejauh  $s$ . Usaha yang dilakukan oleh gaya konstan adalah:

$$W = F \cdot s$$

Berdasarkan Hukum II Newton,  $F = m \cdot a$  dan pada gerak lurus berubah beraturan  $v^2 = v_0^2 + 2a \cdot s$  untuk kecepatan awal sama dengan nol ( $v_0 = 0$ ), maka  $v^2 = 2a \cdot s$ , sehingga besarnya usaha:

$$W = F \cdot s$$

$$W = m \cdot a \left( \frac{v^2}{2a} \right)$$

$$W = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

$W$  adalah usaha yang diperlukan oleh gaya  $F$  untuk mengubah kecepatan benda. Besarnya usaha ini sama dengan energi kinetik yang dimiliki benda pada saat kecepatannya  $v$ . Dengan demikian, energi kinetik dapat dinyatakan:

$$E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

dengan:

$E_k$  = energi kinetik ( J)

$m$  = massa benda (kg)

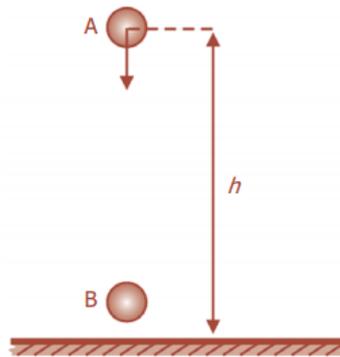
$v$  = kecepatan benda (m/s)

#### d. Energi Mekanik

Secara matematis dituliskan:

$$E_m = E_p + E_k$$

Misalnya, sebuah benda jatuh bebas dari ketinggian  $h$  di bawah pengaruh gravitasi, seperti gambar di bawah.



Gambar 2. 9. Hukum kekekalan energi mekanik pada gerak jatuh bebas (Haryadi, 2009: 79)

Berdasarkan ketinggian tersebut, benda memiliki energi potensial  $E_p = m.g.h$  dan energi kinetik  $E_k = 0$ . Energi mekanik di titik A adalah:

$$E_{m_A} = E_{p_A} + E_{k_A}$$

$$E_{m_A} = m.g.h + 0 = m.g.h$$

Ketika benda bergerak jatuh, tingginya berkurang dan kecepatannya bertambah. Dengan demikian, energi potensialnya berkurang tetapi energi kinetiknya bertambah. Tepat sebelum benda menyentuh tanah (di titik B), semua energi potensial akan diubah menjadi energi kinetik. Dapat dikatakan energi potensial di titik B,  $E_{p_B} = 0$  dan energi kinetiknya  $E_{k_B} = \frac{1}{2} m . v_B^2$ , sehingga energi mekanik pada titik tersebut adalah:

$$Em_B = Ep_B + Ek_B$$

$$Em_B = 0 + \frac{1}{2} m \cdot v_B^2 = \frac{1}{2} m \cdot v_B^2$$

Berdasarkan persamaan pada gerak jatuh bebas, besarnya kecepatan di titik B adalah  $v_B = \sqrt{2gh_a}$

Sehingga:

$$Em_B = \frac{1}{2} m \cdot v_B^2$$

$$Em_B = \frac{1}{2} m (\sqrt{2gh_a})^2$$

$$Em_B = \frac{1}{2} m 2gh_a$$

$$Em_B = m g h_a$$

Jika hanya gaya gravitasi yang bekerja pada benda, maka energi mekanik besarnya selalu tetap. Pernyataan ini dikenal dengan hukum kekekalan energi mekanik, yang dirumuskan:

$$Em_A = Em_B$$

$$Ep_A + Ek_A = Ep_B + Ek_B$$

$$m g h_a + \frac{1}{2} m \cdot v_a^2 = m g h_b + \frac{1}{2} m \cdot v_b^2$$

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
SUNAN GUNUNG DJATI  
BANDUNG