

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu tujuan penting pendidikan adalah membangun kemampuan orang untuk menggunakan pengetahuannya. Whitehead (Abdullah, 2006) menegaskan hal ini dengan menyatakan bahwa pendidikan adalah pemerolehan terhadap seni menggunakan pengetahuan. Menurut Dewey (Pring, 2000), manfaat pendidikan antara lain: memungkinkan seseorang beradaptasi dengan baik ke situasi-situasi baru serta untuk mengidentifikasi dan berhadapan dengan masalah-masalah yang timbul.

Berkaitan dengan pendidikan fisika, Bascones *et.al.* (1985) menyatakan bahwa belajar fisika sama dengan pengembangan kemampuan *problem solving* dan pencapaian diukur dengan sejumlah masalah yang pebelajar dapat pecahkan secara tepat. Disisi lain, pebelajar mempersepsikan sains khususnya ilmu fisika sebagai mata pelajaran yang sulit (Osborne *et.al.*, 2003). Pernyataan ini didukung oleh fakta bahwa banyak pengajar fisika mencemaskan sejumlah pengalaman yang menonjol. Misalnya, seorang pebelajar (siswa atau mahasiswa) yang cukup pintar berhasil membuat grafik tetapi tidak dapat menjelaskan maknanya. Contoh lainnya, seorang pebelajar pintar yang dapat menjawab semua soal tetapi tidak dapat memberi gambaran, ulasan atau penurunan sederhana.

Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat masalah dalam menciptakan pengaruh pada cara sebagian besar pebelajar berpikir tentang dunia (Redish, 1994). Agar hasil yang dicapai lebih baik, perhatian lebih harus diberikan kepada bagaimana mereka belajar, bagaimana mereka berpikir dan merespon pembelajaran yang dilakukan. Pembelajaran fisika harus ditangani sebagai sebuah persoalan ilmiah (*scientific problem*).

Pengetahuan konseptual adalah salah satu bagian esensial yang harus dimiliki oleh pebelajar ketika mempelajari fisika dan untuk memecahkan masalah-masalah fisika.

Mereka harus mengetahui tentang apa masalah tersebut, relevan dengan masalah fisika apa dan bagaimana menginterpretasikan hasilnya. Menurut Redish (Sabella and Redish, 2007), dewasa ini peneliti-peneliti pendidikan fisika telah mengkaji persoalan penting tentang pengetahuan konseptual pebelajar dan telah mengembangkan kurikulum untuk meningkatkannya. Namun, pengetahuan konseptual hanyalah salah satu bagian yang perlu dimiliki oleh pebelajar untuk memecahkan masalah-masalah fisika. Mereka juga perlu mengetahui bagaimana dan kapan menggunakan pengetahuan itu (Sabella and Redish, 2007).

Dalam konteks *problem solving* fisika (*physics problem solving*) terdapat sejumlah penelitian yang mengkaji pemerolehan dan penggunaan pengetahuan. Penelitian yang dilakukan oleh Sabella and Redish (2007) menggali tentang bagaimana pebelajar mengakses dan menggunakan pengetahuannya dalam pemecahan sebuah masalah mekanika dengan menggunakan konsep gaya atau usaha-energi atau perpaduan keduanya. Dari penelitiannya, mereka menyarankan bahwa pengajar dan peneliti pendidikan fisika perlu memberi perhatian terhadap isu-isu tentang cara pemerolehan dan penggunaan struktur pengetahuan seperti halnya pemerolehan konsep-konsep tersebut.

Walsh *et.al.* (2007) melakukan penelitian dengan berfokus pada bagaimana pendekatan mahasiswa dalam memecahkan soal fisika dasar tipe tradisional (*traditional problem*), yaitu masalah fisika pada umumnya dan biasanya terdapat pada akhir bab buku fisika. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa terdapat empat kategori yang masing-masing memiliki karakteristik kunci dalam *problem solving*, yaitu: pendekatan ilmiah (*scientific approach*); pendekatan pencocokan pola (*plug and chug*); pendekatan berbasis ingatan (*memory-base approach*) dan pendekatan yang tidak jelas (*no clear approach*). Diantara kategori-kategori tersebut, khususnya pendekatan *plug and chug* juga ditemukan dalam penelitian Tuminaro and Redish (2007). Penelitian tersebut dilakukan terhadap

sejumlah mahasiswa yang mengerjakan masalah secara kolaboratif, mengidentifikasi enam struktur organisasi perilaku dalam *problem solving* fisika dalam kategori permainan epistemik (*epistemic games*), yaitu: pemetaan makna ke matematika; pemetaan matematika ke makna; permainan mekanisme fisis; analisis piktorial (*pictorial analysis*); pencocokan pola dan penerjemahan ke matematika. Keenam kategori permainan epistemik oleh Tuminaro and Redish dibuatkan skema atau algoritma proses mahasiswa dalam *problem solving*. Kedua penelitian ini dominan menekankan pada pendekatan yang digunakan mahasiswa dalam memecahkan masalah. Temuan-temuan peneliti di atas masih dapat ditindaklanjuti dengan mengkaji lebih jauh tentang struktur dan elemen-elemen kognitif atau konstruksi representasi internal pikiran mahasiswa, ketika menggunakan pendekatan-pendekatan tertentu dalam memecahkan masalah tipe tradisional tersebut. Dalam hal ini konstruksi representasi internal biasa disebut pola-pola mental (*mental patterns*) atau model mental (*mental model*).

Dalam konteks *transfer of learning* terdapat penelitian yang mengkaji pendekatan mahasiswa ketika memecahkan soal untuk dua konteks yang berbeda. Misalnya, penelitian Cui *et.al.* (2006a) mengkaji aspek kesulitan yang mahasiswa hadapi dalam memecahkan soal tipe Jeopardy (*Jeopardy problem*) dalam konteks transfer dari kalkulus ke fisika. Soal tipe Jeopardy menuntut proses dekonstruksi informasi yang tersedia melalui soal untuk menyusun dan memberikan deskripsi situasi fisis yang berkenaan dengan soal tersebut. Misalnya, soal yang hanya menyajikan grafik, rumus atau seperangkat rumus kemudian pebelajar diminta untuk menafsirkan grafik atau rumus tersebut serta memberikan deskripsi situasi fisis yang diwakilinya dalam bentuk pernyataan verbal, gambar atau diagram. Proses dekonstruksi informasi dalam pikiran mahasiswa ketika memecahkan soal tipe tersebut menarik untuk digali secara rinci. Dalam hal ini, dilakukan pengkajian

aspek-aspek kognitif mahasiswa dalam proses *problem solving* tipe Jeopardy, namun tidak dalam konteks *transfer of learning* sebagaimana penelitian Cui *et.al.* (2006b).

Penelitian di Indonesia dalam bidang sains kognitif dewasa ini relatif jarang dilakukan. Hasil penelusuran literatur menunjukkan bahwa penelitian dalam bidang tersebut dominan pada kajian tentang miskonsepsi (*misconception*) yang dilakukan oleh siswa atau mahasiswa. Sebagai contoh, penelitian Mulbar dan Nur (1998) menemukan faktor yang mempengaruhi terjadinya miskonsepsi pada siswa, yaitu antara lain faktor kurangnya dukungan kegiatan laboratorium.

Penelitian Masril dan Asma (2002) menggunakan *Certainty of Response Index* (CRI) membedakan antara responden yang mengalami miskonsepsi dengan yang kurang pengetahuan (*lack of knowledge*) terhadap soal-soal pada *Force Concept Inventory* (FCI). Perbedaan ditentukan berdasarkan tingkat keyakinan responden terhadap pilihannya yang ditandai dengan nilai CRI yang diberikan pada lembar jawaban. Penelitian yang hampir sama untuk konsep rangkaian listrik dilakukan oleh Kaharu dan Mansyur (2007) serta Mansyur dan Kaharu (2008) yang menggunakan CRI ditindaklanjuti dengan wawancara menemukan bahwa lebih 50% mahasiswa peserta matakuliah Fisika Dasar di sebuah perguruan tinggi memahami bahwa lampu pijar (*bulb*) memiliki kutub positif dan negatif. Penelitian Indrawati (2008) menemukan bahwa sebagian besar mahasiswa mengalami miskonsepsi dalam memaknai sinar datang, sinar pantul, dan garis normal terletak pada satu bidang datar. Faktor penyebab miskonsepsi mahasiswa tentang hukum pemantulan adalah faktor lemahnya mahasiswa dalam kemampuan matematika khususnya pada geometri.

Dari sejumlah penelitian di atas, tampak bahwa penelitian miskonsepsi relatif cenderung pada vonis bahwa seseorang mengalami miskonsepsi tetapi mekanisme terjadinya miskonsepsi tidak digali lebih lanjut. Aspek yang belum tergali dalam

penelitian miskonsepsi adalah penggunaan dan struktur pengetahuan responden yang divonis mengalami miskonsepsi. Pertanyaan mendasar yang dapat diajukan terkait dengan penelitian tersebut adalah: "Apakah peneliti yakin bahwa memang responden mengalami miskonsepsi dan telah menggunakan pengetahuannya?. Bagaimana mekanisme penggunaan pengetahuan dan elemen-elemen kognitifnya sehingga dikategorikan miskonsepsi?"

Penelitian-penelitian yang menggali model mental dominan menggunakan pendekatan *Interview About Event (IAE)*. Dalam prakteknya, responden diberikan kasus atau fenomena, kemudian diminta untuk menjelaskan konsepsinya tentang fenomena tersebut. Dalam format interviu tersebut, model mental digali melalui pertanyaan-pertanyaan konseptual (*conceptual problems*), yang menuntut responden memberi jawaban singkat ataupun sekedar menjelaskan pendapat atau konsepsinya terhadap fenomena yang disajikan. Dengan kata lain, pertanyaan-pertanyaan yang diajukan adalah pertanyaan kualitatif yang tidak menggali penggunaan model mental itu dalam proses *problem solving*, khususnya pada soal-soal kuantitatif atau gabungan kuantitatif-kualitatif. Disisi lain, penelitian-penelitian *problem solving* menekankan pada perilaku, strategi atau struktur pengetahuan responden. Bagaimana model mental tersebut digunakan oleh responden selama *problem solving*, tampaknya masih memerlukan pengkajian secara khusus. Sebagai contoh, penelitian Itza-Ortiz *et.al.* (2004) menemukan 3 model mental mahasiswa terhadap hukum II Newton, yaitu: Newtonian, Aristotelian, dan *hybrid*. Model-model yang teridentifikasi tersebut digali melalui *semi-structured interview* dengan cara responden diberi contoh fenomena kemudian diminta menjelaskannya. Diduga bahwa perilaku responden berbeda dalam 'memainkan' model mental tertentu jika suatu fenomena disajikan dalam format *IAE* dan dalam format *problem solving*. Tentu menarik jika model mental itu tergali melalui kegiatan *problem solving*, meskipun model mental

teridentifikasi dari kedua format itu dapat saja sama. Bagaimana perilaku, strategi ataupun struktur pengetahuan responden dalam menggunakan model mental yang teridentifikasi tersebut melalui kegiatan *problem solving*?

Penyajian contoh-contoh penelitian miskonsepsi dan aspek yang belum tergali dari penelitian serta pengajuan pertanyaan-pertanyaan di atas, untuk menegaskan bahwa kajian tentang pemerolehan dan penggunaan pengetahuan penting dilakukan. Dalam hal ini, aspek yang terkait dengan penggunaan pengetahuan yang mencakup elemen-elemen kognitif, struktur pengetahuan, strategi kognitif dan model mental merupakan kajian utama penelitian ini. Penelitian ini menggabungkan dua hal yang 'belum tergarap' pada penelitian-penelitian terdahulu. Penelitian-penelitian terdahulu yang dilakukan secara terpisah seakan-akan membentuk dua domain yang berbeda, yaitu penelitian model mental sebagai satu domain dan penelitian *problem solving* pada domain yang lain.

Dari uraian di atas, dapat dinyatakan bahwa penelitian ini berfokus pada kajian aspek-aspek model mental dalam *physics problem solving*. *Physics problem* yang dimaksud adalah (1) soal fisika pada umumnya yang biasa disebut masalah tipe tradisional (*traditional problem*); dan (2) soal fisika tipe Jeopardy (*physics Jeopardy problem*). Kedua tipe ini untuk selanjutnya disebut soal fisika, kecuali dinyatakan secara khusus misalnya soal tipe tradisional atau tipe Jeopardy. Agar sampai pada tujuan di atas, kajian diarahkan pada: sistem representasi, deskripsi model mental, strategi, elemen-elemen dan struktur kognitif serta penggunaan model mental teridentifikasi tersebut dalam *problem solving*. Konsep-konsep yang digunakan untuk menggali model mental tersebut adalah konsep-konsep dalam konteks fenomena gerak, gaya dan usaha-energi atau gabungan ketiganya. Pemilihan konsep tersebut didasarkan atas pertimbangan berikut ini.

Pertama, pertimbangan subyektif peneliti. Konsep gerak, gaya atau usaha-energi (untuk selanjutnya disingkat GGE) atau gabungan ketiganya merupakan konsep yang

cukup dikuasai oleh peneliti dibandingkan dengan konsep yang lain. Dengan pertimbangan itu, diharapkan memudahkan peneliti dalam menggali aspek-aspek kognitif responden ketika diperhadapkan pada fenomena atau soal yang berkaitan dengan konsep-konsep tersebut. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini menuntut kekayaan pengetahuan peneliti tentang konsep yang digali karena alur pikiran responden termasuk yang takterduga harus terus diikuti sampai pada titik jenuh.

Kedua, pertimbangan penelitian yang relevan. Konsep-konsep secara terpisah, misalnya gerak, gravitasi, gerak-gaya dan gaya, usaha-energi telah pernah dikaji melalui penelitian-penelitian terdahulu tetapi kajian-kajian itu masih terbatas pada beberapa hal, misalnya pendekatan, langkah-langkah dan kesulitan dalam *problem solving* termasuk miskonsepsi yang terjadi. Beberapa penelitian tersebut sebenarnya masih dapat ditindaklanjuti dengan menggali lebih dalam tentang elemen-elemen kognitif yang terlibat, struktur pengetahuan dan representasi internal (model mental) responden dalam proses *problem solving*. Dalam hal ini, penelitian-penelitian yang mengkaji konsep-konsep di atas menjadi basis dalam penelitian ini untuk pengembangan selanjutnya.

1.2 Rumusan Masalah dan Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan uraian di atas maka masalah penelitian ini adalah: "bagaimanakah aspek-aspek model mental siswa, mahasiswa dan guru (subyek lintas level akademik) dalam *physics problem solving*?".

Dari rumusan masalah, dapat diajukan pertanyaan-pertanyaan penelitian sebagai berikut:

- a. Bagaimanakah kualitas dan produktivitas *problem solving* konsep dasar Mekanika subyek lintas level akademik?

- b. Bagaimanakah efektivitas sistem representasi eksternal subyek lintas level akademik dalam pada tahap awal aktivitas *problem solving* dan faktor apa saja yang mempengaruhinya?
- c. Bagaimanakah model mental subyek lintas level akademik dalam *problem solving* konsep dasar Mekanika?
- d. Bagaimanakah strategi subyek lintas level akademik dalam *problem solving* soal tipe tradisional?
- e. Bagaimanakah strategi dekonstruksi informasi oleh subyek lintas level akademik dalam *problem solving* soal tipe Jeopardy?
- f. Elemen-elemen kognitif apa sajakah yang diidentifikasi dalam aktivitas problem solving dan bagaimana pola aktivasinya?
- g. Bagaimana koherensi struktur pengetahuan dalam konteks integrasi pengetahuan kinematika/dinamika dengan usaha-energi oleh subyek lintas level akademik dalam *problem solving*?
- h. Bagaimanakah kematangan aspek-aspek model mental lintas level akademik ditinjau dari perspektif *expertise*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah menggali, mengungkap, melakukan kategorisasi, dan mendeskripsikan aspek-aspek model-model mental subyek lintas level akademik dalam proses *problem solving* konsep gerak, gaya dan usaha-energi, termasuk mekanisme dekonstruksi informasi pada *Jeopardy problem* untuk konsep-konsep tersebut. Peran dan perilaku penggunaan aspek-aspek model mental dalam proses *problem solving* juga menjadi fokus kajian penelitian ini.

1.4 Pentingnya Penelitian

Penelitian yang ini memiliki posisi yang strategis karena hasil penelitian diharapkan dapat menyediakan rekomendasi dalam menyusun desain instruksional yang mengakomodasi aspek-aspek model mental pebelajar pada umumnya. Melalui implementasi desain instruksional berbasis kajian tersebut, cara pemerolehan dan penggunaan pengetahuan dapat ditingkatkan.

1.5 Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini mengkaji model mental individu melalui proses *problem solving*. Penggalan model mental dalam format *problem solving* memiliki keterbatasan terutama kedalaman aspek model mental tersebut. Berbeda dengan penelitian terdahulu yang umumnya menggunakan pendekatan *IAE* dengan konteks yang bervariasi, penelitian ini berada dalam ruang lingkup konsep atau fenomena dan konteks yang terbatas. Misalnya, model mental individu terhadap konsep atau fenomena tertentu digali melalui hanya satu soal. Meskipun penggalan model mental tersebut melalui kegiatan *problem solving* (dalam bentuk *thinking-aloud*) ditindaklanjuti dengan interviu, konteks yang terbatas membuat penelitian memiliki cakupan yang juga terbatas. Keterbatasan tersebut dapat diatasi dengan meninjau perilaku penggunaan model mental yang tergalikan dalam proses *problem solving* tersebut, yang 'belum tersentuh' oleh penelitian terdahulu. Dengan demikian, kemungkinan model mental yang teridentifikasi melalui penelitian ini sama atau 'hanya' menegaskan hasil-hasil terdahulu. Namun demikian, perilaku penggunaannya serta keterlibatan aspek-aspek kognitif lainnya dalam proses *problem solving* menjadi kelebihan tersendiri bagi penelitian ini.