

PENENTUAN AKTIVITAS PENYELESAIAN MASALAH FISIKA BUKAN RUTIN OLEH PAKAR FISIKA: SEBUAH STUDI KASUS

DETERMINATION OF NON ROUTINE PHYSICS PROBLEM SOLVING ACTIVITIES BY PHYSICS EXPERTS: A CASE STUDY

Oleh: Muhammad Syukri, Universitas Syiah Kuala (syukri.physics@gmail.com)
Lilia Halim, National University of Malaysia (lilia@ukm.my)

Abstrak

Penelitian kualitatif ini dijalankan untuk menentukan aktivitas penyelesaian masalah fisika bukan rutin oleh pakar fisika. Subjek penelitian terdiri dari sepuluh pakar fisika dari universitas syiah kuala. Kaedah pengumpulan data yang digunakan adalah ujian bertulis dan wawancara berstruktur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pakar fisika menjalankan 20 aktivitas penyelesaian masalah sewaktu menyelesaikan masalah fisika bukan rutin. Seterusnya hasil penelitian ini juga telah mendapati satu pendekatan umum yang sering dijalankan oleh semua responden apabila mereka diminta menyelesaikan masalah fisika bukan rutin. Dalam pendekatan ini mereka menjalankan aktivitas (a) menyenaraikan informasi, (b) menentukan prinsip/konsep (c) mengidentifikasi variabel, (d) membuat hubungan kuantitatif, (e) membina persamaan spesifik, (f) membuat gantian, (g) membuat penhitungan, (h) membuat keputusan dan (i) pengecekan jawapan. Sumbangan penelitian ini adalah model aktivitas penyelesaian masalah fisika bukan rutin yaitu satu garis panduan untuk membantu pelajar dalam menyelesaikan masalah fisika bukan rutin.

Kata kunci: Aktivitas, masalah fisika bukan rutin

Abstract

This qualitative study was conducted to determine the problem solving activities related to non routine physics problems by physics experts. The respondents were ten experts from Syiah Kuala University. Data was collected using written test and systematic interview. The results indicated that physics experts and excellent pre service teachers have employed 20 activities when solving non routine physics problems. Additionally, the findings showed that there is one general approach adopted by all respondents when they solved non routine physics problems. The approach encompasses the following, the activities (a) listing down information, (b) identifying concepts, (c) identifying variables, (d) developing quantitative relationship, (e) developing specific formula, (f) making substitution, (g) performing calculation, (h) making a decision and (i) checking for the answer. The main contribution of this study is a model of non routine physics activities problem solving which could be used as a guidance to help the students solve non routine physics problem.

PENDAHULUAN

Sains merupakan ilmu pengetahuan yang teratur (sistematik) yang boleh diuji atau dibuktikan kebenarannya. Johari (2007) menyatakan bahwa sains merupakan ilmu pengetahuan yang berdasarkan penelitian eksperimen dan penganalisisan sesuatu fenomena secara sistemantik dan objektif dengan kaedah khusus bagi menciptakan pengetahuan baru yang bisa dipercayai. Secara umum, sains merupakan cabang ilmu pengetahuan yang berdasarkan kebenaran atau kenyataan meliputi fisika, kimia dan biologi. Sains juga terbentuk bukan hanya dari himpunan fakta dan informasi saja tetapi melibatkan lebih dari pada itu. Selain itu, Zurida

(2003) menyatakan sains adalah cara pemikiran, cara 'melihat' lingkungan yang melibatkan pemerhatian fenomena yang terjadi, meramal apa yang mungkin akan terjadi, menguji ramalan dalam keadaan terkontrol, coba memaknai dari apa yang diperhatikan dan berbagi pengetahuan dengan orang lain.

Sedangkan fisika pula merupakan salah satu cabang ilmu sains yang mengkaji hal-hal dasar di alam ini seperti bunyi, daya, gerak, cahaya dan atom. Bennett (1973) menyatakan bahwa fisika merupakan bagian penting dari sains. Fisika tidak hanya menjelaskan kejadian semula jadi dengan "bagaimana" tetapi juga "berapa besar". Sebab itu, fisika sering dianggap sebagai sains dasar karena

konsep-konsep fisika berupaya untuk menguraikan fenomena kimia dan biologi (Hewitt 1998). Jadi bisa dikatakan bahwa pemahaman sains ber-mula dari memahami fisika.

Penelitian ini meneliti tentang penyelesaian masalah fisika bukan rutin oleh pakar fisika. Penyelesaian masalah fisika merupakan satu kemahiran yang boleh diajarkan dan dipelajari (Bransford & Stein 1993). Pelajar belum dapat dikatakan mempelajari apa-apa sebelum mereka mempunyai kemahiran menyelesaikan suatu masalah (Slavin 2000). Hal yang sama juga dinyatakan oleh Krulik dan Rudnick (1993), penyelesaian masalah adalah satu proses dimana pelajar menggunakan pengetahuan, kemahiran, dan kephahaman yang mereka peroleh atau pelajari untuk memenuhi kehendak suatu keadaan tidak biasa. Selanjutnya Mayer (1994) juga menyatakan bahwa penyelesaian masalah adalah satu proses dimana seseorang pelajar melakukan aktivitas kognitif yang bertujuan untuk mengatasi hambatan yang ada antara keadaan awal dan keadaan tujuan masalah tersebut.

Selain penyelesaian masalah, dalam pengajaran dan pembelajaran fisika terdapat beberapa aspek penting lainnya. Antaranya adalah kephahaman konsep fisika, keberhasilan pengajaran laboratorium dan demonstrasi dalam kelas, penguasaan matematika dan sikap terhadap fisika (McDermont & Radiah 1999). Tetapi dalam penelitian ini pengkaji akan membahas atau terfokus kepada aspek penyelesaian masalah fisika saja. Aspek ini yang menjadi fokus penelitian ini karena penyelesaian masalah fisika adalah satu kemahiran kognitif yang perlu dikuasai oleh setiap pelajar fisika (Good & Smith 1987). Pencapaian akademik seseorang pelajar akan meningkat jika dia dapat menguasai kemahiran penyelesaian masalah dengan baik (Bransford & Stein 1993). Seseorang pelajar yang telah dapat menyelesaikan masalah fisika dengan baik maka dapat diartikan dia telah menguasai dan memahami konsep fisika dengan baik pula (Foster 2000).

Akan tetapi dari beberapa penelitian didapati bahwa banyak pelajar yang bisa menyelesaikan

masalah fisika tetapi tidak memahami konsep fisika yang terlibat (Kuo 2001). Menurut mereka pelajar tersebut berhasil menyelesaikan masalah tanpa memahami fisiknya karena proses penyelesaian masalah yang pelajar gunakan itu betul secara tidak sengaja. Hal ini terjadi lebih karena pelajar telah menghafal penyelesaian kepada sesuatu masalah terutama jika melibatkan masalah-masalah fisika rutin. Sehingga jika diberikan masalah fisika bukan rutin pelajar tidak bisa menyelesaikan soal tersebut. Masalah fisika bukan rutin merupakan soal fisika yang melibatkan penggunaan konsep dan teori dengan cara yang tidak digunakan sebelumnya (Aida 1989). Dalam menyelesaikan masalah fisika bukan rutin pelajar memerlukan proses pemikiran yang khusus dan berbeda-beda antara satu masalah dengan masalah lain.

Salah satu hal yang menyebabkan ramai pelajar tidak dapat menyelesaikan masalah bukan rutin adalah kurangnya perhatian guru untuk mengajarkan kemahiran penyelesaian masalah bukan rutin. Penelitian yang dijalankan oleh Mohd Sharif dan Abd. Razak (1996), menunjukkan sewaktu proses pengajaran dan pembelajaran, guru kurang memberikan perhatian kepada kemahiran menterjemahkan dan menyelesaikan masalah dibandingkan dengan kemahiran menghitung.

Pemerintah Indonesia dalam hal ini Departemen Pendidikan Nasional juga sangat memperhatikan masalah kemahiran penyelesaian masalah ini dalam pengajaran dan pembelajaran fisika. Hal ini dapat kita lihat dengan dimasukkannya aspek penyelesaian masalah menjadi salah satu standar kompetensi dalam kurikulum mata pelajaran fisika. Standar kompetensi keempat dalam kurikulum mata pelajaran fisika ialah mengembangkan kemampuan pelajar untuk berpikir analisis induktif dan deduktif dengan menggunakan konsep dan prinsip fisika untuk menjelaskan berbagai peristiwa alam dan menyelesaikan masalah baik secara kualitatif maupun kuantitatif (Depdiknas, 2003).

Pemerintah menganggap bahwa penyelesaian masalah merupakan satu proses yang penting dalam mempelajari ilmu fisika. Walaupun

dianggap penting, namun penjelasan tentang strategi penyelesaian masalah tidak kita temukan dalam kurikulum fisika. Pemerintah mempercayai guru untuk mengajarkan kemahiran menyelesaikan masalah ini kepada pelajar sesuai dengan strategi masing-masing. Untuk itu diharapkan strategi dan aktivitas penyelesaian masalah fisika bukan rutin yang dijalankan oleh pakar fisika dalam penelitian ini dapat digunakan oleh guru sebagai salah satu rujukan untuk mengajarkan kemahiran penyelesaian masalah fisika terutamanya yang melibatkan masalah fisika bukan rutin.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan model aktivitas penyelesaian masalah fisika bukan rutin yang dijalankan oleh pakar fisika, sehingga dengan model aktivitas penyelesaian masalah ini diharapkan dapat membantu guru dalam mengajarkan kemahiran penyelesaian masalah fisika kepada pelajar.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif yang bertujuan untuk menentukan kerangka model penyelesaian masalah fisika bukan rutin yang diperolehi dari aktivitas-aktivitas pakar fisika sewaktu menyelesaikan masalah fisika bukan rutin. Menurut Creswell (2005) dalam penelitian kualitatif, hal yang dianggap penting bukannya hasil penelitian melainkan proses yang dilalui oleh subjek penelitian untuk memperoleh hasil penelitian tersebut. Pendekatan kualitatif juga membolehkan peneliti memperoleh kepahaman yang mendalam tentang kasus yang diteliti.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 2 bulan dari bulan Oktober 2009 sampai bulan Desember 2009 di Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Syiah Kuala.

Target/Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah staf pengajar di Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh. Subjek dalam penelitian ini berjumlah 10 orang.

Prosedur

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif yang data utamanya adalah data tulisan dan lisan. Data tulisan diperoleh dari jawaban tertulis masalah fisika bukan rutin yang diselesaikan oleh sepuluh pakar fisika, sedangkan data lisan diperoleh dari wawancara berstruktur setelah mereka menyelesaikan masalah fisika bukan rutin.

Data, Instrumen, dan Teknik Pengumpulan Data

Data diperolehi dengan memberikan masalah fisika bukan rutin kepada sepuluh pakar fisika dan meminta mereka untuk menyelesaikannya dengan cara masing-masing. Masalah fisika bukan rutin yang diberikan kepada subjek terdiri dari dua masalah mekanika yaitu kecepatan dan gaya gesekan.

Salah satu masalah yang diberikan adalah sebagai berikut: *"Pada akhir minggu yang indah menjelang musim dingin, anda bersama dengan empat orang teman berencana untuk meluangkan waktu di luar. Dua dari teman anda hanya ingin beristirahat sedangkan dua orang teman anda yang lain mau melakukan aktivitas olahraga. Semen-tara anda pula memerlukan waktu yang tenang untuk mengulangkaji pelajaran. Bagi memuaskan hati semua pihak, kumpulan anda berencana untuk meluangkan waktu di tepi sungai. Dua orang teman anda akan meletakkan perahu di dalam sungai dan meyelusuri ke hulu sungai dengan arus air selaju 1.5 km/jam. Pasangan kedua pula akan berperahu pada waktu yang sama bermula dari jarak 10 km dari pasangan pertama dihulu sungai tersebut. Pasangan kedua akan mendayung perahu ke hilir sungai sehingga kedua-dua perahu tersebut bertemu. Disebabkan anda pernah berperahu bersama-sama sebelum ini, maka anda mengetahui bahwa mereka mempunyai kelajuan rata-rata 2.5 km/jam apabila mereka berdayung menentang arus sungai tersebut. Apabila kedua-dua perahu bertemu, mereka akan ke daratan dan anda perlu berada disana untuk bertemu dengan mereka dengan menaiki Van. Anda mengambil keputusan untuk berada lebih awal supaya anda bisa belajar sementara menunggu mereka tiba. Maka dimanakah anda akan menunggu mereka?"*

Setelah semua subjek penelitian menyelesaikan kedua masalah yang diberikan. Selanjutnya dilakukan wawancara berstruktur untuk mengetahui secara jelas dan terperinci aktivitas apa saja yang telah mereka lakukan sewaktu menyelesaikan masalah fisika bukan rutin. Untuk memudahkan dalam menganalisis semua aktivitas yang mereka lakukan, hasil wawancara berupa rekaman suara diubah dalam bentuk tulisan.

Teknik Analisis Data

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana aktivitas-aktivitas penyelesaian masalah fisika bukan rutin yang dilakukan oleh pakar fisika. Untuk mengetahui aktivitas-aktivitas tersebut maka peneliti menggunakan dua sumber data utama yaitu penyelesaian tertulis masalah fisika bukan rutin oleh pakar fisika dan transkrip wawancara berstruktur.

Semua penyelesaian masalah fisika bukan rutin yang diselesaikan oleh pakar fisika seterusnya peneliti analisis untuk mengetahui dan memahami semua aktivitas penyelesaian masalah yang mereka lakukan. Sebagai model rujukan peneliti menggunakan model penyelesaian masalah Minnesota. Untuk itu peneliti membagikan semua aktivitas yang dilakukan oleh pakar fisika kepada lima strategi seperti pada model Minnesota. lima strategi tersebut adalah fokus kepada masalah, huraikan fisiknya, merancang jawaban, laksanakan rancangan, dan memeriksa kembali jawaban.

Setelah menganalisis jawaban tertulis dari semua pakar fisika selanjutnya peneliti melakukan wawancara berstruktur. Wawancara dilakukan untuk lebih memahami semua aktivitas yang mereka lakukan sewaktu menyelesaikan masalah fisika bukan rutin. Selain itu juga terdapat beberapa aktivitas yang mereka lakukan tetapi tidak mereka tulis dalam lembar jawaban, dengan wawancara aktivitas tersebut dapat peneliti ketahui.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Model rujukan penelitian ini adalah model penyelesaian masalah Minnesota. Model Minne-

sota merupakan model umum penyelesaian masalah fisika yang dipelopori oleh dua peneliti pendidikan fisika Patricia Heller dan Kenneth Heller dari *University of Minnesota, USA*. Dalam model Minnesota terdapat lima strategi penyelesaian masalah yaitu fokus pada masalah, huraikan fisika, merancang jawaban, melaksanakan rancangan, dan meninjau kembali jawaban.

Setelah melalui analisis dari jawaban tertulis dan wawancara semua subjek penelitian, peneliti telah mendapati 20 aktivitas yang dilakukan oleh mereka sewaktu menyelesaikan masalah fisika bukan rutin. Sesuai dengan model Minnesota, penelitian ini juga mengelompokkan semua aktivitas ke dalam lima strategi penyelesaian masalah. Berikut adalah semua aktivitas yang dilakukan oleh pakar fisika sewaktu menyelesaikan masalah fisika bukan rutin untuk setiap strategi.

Aktivitas-aktivitas dalam Strategi Fokus pada Masalah

Strategi ini melibatkan proses penafsiran masalah dari bentuk ayat dan perkataan kepada bentuk sketsa dan diikuti oleh penghuraian dalam bentuk kuantitatif. Dalam strategi ini peneliti mendapati tujuh aktivitas yang dilakukan oleh pakar fisika sewaktu mereka menyelesaikan masalah fisika bukan rutin. Aktivitas-aktivitas tersebut ada-lah:

1. Membaca kembali masalah
2. Menguraikan informasi dalam masalah
3. Membuat penegasan
4. Membuat sketsa masalah
5. Menentukan prinsip/konsep
6. Menyarankan aktivitas dan
7. Membuat pemisalan

Aktivitas-aktivitas dalam Strategi Huraikau Fisika

Dalam strategi huraikan fisika ini melibatkan penyelesaian masalah menterjemahkan kepahaman kuliatif hasil strategi pertama kepada bentuk fisika. Terdapat empat aktivitas yang dilakukan oleh pakar fisika sewaktu mereka menyelesaikan masalah fisika bukan rutin. Aktivitas-aktivitas tersebut adalah:

1. Membuat perwakilan bergambar
2. Mengidentifikasi variabel
3. Membuat perwakilan kuantitatif dan
4. Membuat hubungan kuantitatif

Aktivitas-aktivitas dalam Strategi Merancang Jawaban

Strategi ketiga ini melibatkan penterjemahan huraian fisika kepada persamaan matematika yang akan digunakan untuk menyelesaikan masalah. Dalam strategi ini hanya terdapat satu aktivitas saja yang dilakukan oleh semua pakar fisika sewaktu menyelesaikan masalah fisika bukan rutin yaitu membuat persamaan yang spesifik.

Aktivitas-aktivitas dalam Strategi Merancang Jawaban

Strategi ketiga ini melibatkan penterjemahan huraian fisika kepada persamaan matematika yang akan digunakan untuk menyelesaikan masalah. Dalam strategi ini hanya terdapat satu aktivitas saja yang dilakukan oleh semua pakar fisika sewaktu menyelesaikan masalah fisika bukan rutin yaitu membuat persamaan yang spesifik.

Aktivitas-aktivitas dalam Strategi Melaksanakan Rancangan

Strategi ini merupakan strategi pelaksanaan rancangan yang telah dibuat dalam strategi sebelumnya. Untuk strategi melaksanakan rancangan ini terdapat lima aktivitas yang dilakukan oleh pakar fisika sewaktu menyelesaikan masalah fisika bukan rutin. Aktivitas-aktivitas tersebut adalah:

1. Memodifikasi persamaan
2. Membuat substitusi
3. Membuat perhitungan
4. Membuat keputusan dan
5. Memaparkan jawaban

Aktivitas-aktivitas dalam Strategi Meninjau Kembali jawaban

Strategi terakhir ini melibatkan penyelesaian masalah melihat kembali penyelesaian yang telah dilakukan apakah jawaban yang telah didapati sudah lengkap, jelas dan betul. Terdapat tiga ak-

tivitas dalam strategi ini yang dilakukan oleh pakar fisika sewaktu menyelesaikan masalah fisika bukan rutin. Ketiga aktivitas tersebut adalah:

1. Memeriksa jawaban
2. Menentukan logik jawaban dan
3. Membuat pembetulan

Perbandingan Model Hasil Penelitian dengan Model Minnesota

Berdasarkan semua aktivitas yang telah dilakukan terdapat perbedaan jumlah aktivitas antara model hasil penelitian dengan model Minnesota. Model Minnesota terdiri dari 14 aktivitas sedangkan model hasil penelitian 20 aktivitas. Perbandingan ini dapat dikategorikan kepada tiga kategori. Kategori pertama adalah aktivitas yang terdapat dalam kedua model. Kedua, aktivitas yang didapati dalam penelitian tetapi bukan aktivitas model Minnesota dan kategori ketiga adalah aktivitas dalam model Minnesota yang tidak dilakukan oleh subjek penelitian.

Perbandingan antara aktivitas model hasil penelitian dan model Minnesota dapat dilihat dalam Tabel 1.

Pola Aktivitas Penyelesaian Masalah Fisika Bukan Rutin

Selain menentukan semua aktivitas yang dilakukan oleh pakar fisika sewaktu menyelesaikan masalah fisika bukan rutin, penelitian ini juga menentukan pola aktivitasnya. Pola aktivitas penyelesaian masalah fisika bukan rutin merupakan urutan aktivitas yang dilakukan oleh penyelesaian masalah sewaktu menyelesaikan masalah fisika bukan rutin. Pola aktivitas yang dilakukan oleh setiap pakar fisika sewaktu menyelesaikan masalah fisika bukan rutin berbeda-beda. Berikut semua pola aktivitas yang dilakukan oleh pakar fisika sewaktu menyelesaikan masalah fisika bukan rutin. Huruf (A,B,C,D dan E) mewakili strategi penyelesaian masalah sedangkan angka mewakili aktivitas yang dilakukan oleh pakar fisika dalam strategi tersebut.

Tabel 1. Perbandingan Aktivitas Penyelesaian Masalah Model Minnesota dan Model Hasil Penelitian

Strategi penyelesaian masalah	Aktivitas model Minnesota	Aktivitas model hasil penelitian
a. Fokus pada masalah	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membuat sketsa ringkas 2. Menyoal kembali 3. Menentukan pendekatan 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membaca kembali masalah 2. Menguraikan informasi dalam masalah 3. Membuat penegasan 4. Membuat sketsa masalah 5. Menentukan prinsip/konsep 6. Menyarankan aktivitas 7. Membuat pemisalan
b. Huraikan fisika	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membuat perwakilan bergambar 2. Mengidentifikasi variabel 3. Membuat hubungan kuantitatif 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membuat perwakilan bergambar 2. Mengidentifikasi variabel 3. Membuat perwakilan kuantitatif 4. Membuat hubungan kuantitatif
c. Merancang jawaban	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membina persamaan spesifik 2. Menentukan informasi cukup 3. Merancang penyelesaian matematika 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membuat persamaan spesifik
d. Melaksanakan rancangan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membuat substitusi 2. Membuat perhitungan 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memodifikasi persamaan 2. Membuat substitusi 3. Membuat perhitungan 4. Membuat keputusan 5. Memaparkan jawaban
e. Meninjau kembali jawaban	<ol style="list-style-type: none"> 1. Meninjau jawaban 2. Meninjau satuan 3. Menentukan logik jawaban 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memeriksa jawaban 2. Menentukan logik jawaban 3. Membuat pembetulan

a. Masalah pertama

1. Pakar 1, $A_2A_3A_4A_7A_5$ $B_1B_3B_2$ C_1
 $D_2D_3D_4D_1D_3D_4$ E_1E_2
2. Pakar 2, $A_1A_5A_6$ B_1B_2 $A_7A_2A_5$ B_3B_4 C_1
 $D_1D_2D_3D_4D_5$ E_1E_2
3. Pakar 3, A_1 B_1 $A_2A_6A_5$ $B_2B_3B_4$ C_1 D_2D_3 C_1
 $D_1D_2D_3D_4D_5$ E_1
4. Pakar 4, $A_4A_7A_5A_6$ C_1 $D_1D_2D_3D_4$ $B_1B_2B_3B_4$
 C_1 $D_1D_2D_3D_4$ E_1
5. Pakar 5, $A_1A_2A_4A_7A_6A_5$ $B_1B_2B_3B_4$ C_1
 $D_2D_3D_4D_1D_2D_3D_4$ E_1
6. Pakar 6, $A_1A_5A_7A_6$ $B_2B_1B_3B_4$ C_1 $D_1D_2D_3D_4$ E_1
7. Pakar 7, $A_2A_4A_7A_6A_5$ $B_1B_2B_4$ C_1
 $D_2D_3D_4D_1D_2D_3D_4$ E_1
8. Pakar 8, A_1 B_1 $A_2A_5A_7$ $B_2B_3B_4$ C_1 $D_1D_2D_3D_4$
 C_1 $D_1D_2D_3D_4D_5$ E_1E_2
9. Pakar 9, $A_4A_2A_3A_5$ D_3 $B_1B_2B_3B_4$ C_1 $D_2D_3D_4$
 E_1E_2
10. Pakar 10, $A_5A_2A_7A_4$ $B_2B_3B_4$ A_7 C_1
 $D_2D_3D_4D_5$ E_1E_2

b. Masalah kedua

1. Pakar 1, $A_2A_4A_5A_6A_7$ $B_2B_3B_4$ A_7 C_1 D_3D_4
 E_1E_3 D_3D_4
2. Pakar 2, $A_1A_5A_2A_6$ $B_1B_2B_3B_4$ C_1
 $D_2D_3D_4D_5$ E_1E_2
3. Pakar 3, $A_1A_2A_6A_5$ $B_2B_3B_4$ C_1 D_2D_3 C_1
 $D_1D_2D_3D_4D_5$ E_1E_3
4. Pakar 4, $A_1A_2A_5A_6$ C_1 $D_2D_3D_1D_2D_3D_4$ E_1
5. Pakar 5, $A_1A_2A_4A_5A_6A_7$ $B_1B_2B_3B_4$ C_1
 $D_1D_2D_3D_4$ E_1
6. Pakar 6, A_2A_5 C_1 D_2D_3 $B_1B_3B_4$ C_1
 $D_1D_2D_3D_4$ E_1
7. Pakar 7, $A_2A_4A_7A_6A_5$ $B_1B_2B_4$ C_1 $D_2D_3D_4$
 E_1
8. Pakar 8, $A_1A_2A_6A_7$ B_2B_3 C_1
 $D_2D_3D_4D_1D_2D_3D_4$ E_1
9. Pakar 9, $A_2A_5A_5A_6A_7$ C_1 $D_1D_2D_3$ C_1 D_3
 $B_1B_2B_4$ $D_1D_2D_3D_4$ E_1E_3
10. Pakar 10, $A_1A_2A_5A_7$ B_2B_4 C_1 $D_2D_3D_4$ E_1
 $D_2D_3D_4D_5$

Berdasarkan hasil analisis semua pola penyelesaian masalah yang dilakukan oleh pakar fisika, peneliti dapat menentukan sembilan aktivitas yang dilakukan oleh semua pakar fisika. Aktivitas-aktivitas tersebut adalah menguraikan

informasi (A2), menentukan prinsip/konsep (A4), mengidentifikasi variabel (B2), membuat hubungan kuantitatif (A4), membuat persamaan spesifik (C1), membuat substitusi (D2), membuat perhitungan (D3), membuat keputusan (D4), dan memeriksa jawaban (E1).

SIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan se-banyak 20 jenis aktivitas telah dilakukan oleh pakar fisika sewaktu menyelesaikan masalah fisika bukan rutin. Aktivitas-aktivitas ini ditentukan dari skrip jawaban masalah fisika bukan rutin dan transkrip wawancara berstruktur. Berdasarkan perbandingan dengan model aktivitas rujukan penelitian (model Minnesota), semua aktivitas hasil penelitian dapat dibahagikan kepada tiga kategori yaitu: (a) aktivitas yang sama dengan aktivitas model Minnesota, aktivitas penelitian tetapi bukan aktivitas model Minnesota dan aktivitas model Minnesota tetapi bukan aktivitas hasil penelitian. Perbedaan antara model hasil penelitian dan model Minnesota lebih disebabkan oleh perbedaan subjek penelitian dan materi masalahnya.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa setiap subjek penelitian dalam menyelesaikan masalah fisika bukan rutin yang sama telah menghasilkan pola yang berbeda di antara satu sama lainnya. Selain itu setiap subjek penelitian juga menggunakan pola yang berbeda untuk setiap masalah fisika bukan rutin yang diberikan, walaupun perbedaan itu tidak terlalu jauh. Hal ini menunjukkan bahwa pola yang mereka gunakan juga tergantung dari ciri-ciri masalah yang diberikan.

Peneliti berharap model aktivitas hasil penelitian ini dapat digunakan oleh guru sebagai salah satu rujukan dalam pengajaran dan pembelajaran ilmu fisika di sekolah. Sehingga pelajar diharapkan mempunyai kemampuan dan kemahiran dalam menyelesaikan masalah fisika. Penelitian lanjutan dari penelitian ini dapat dilakukan dengan membuat suatu modul panduan penyelesaian masalah fisika dengan menggunakan aktivitas-aktivitas dari hasil penelitian ini sebagai langkah-langkah penyelesaiannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bennet, C.E. (1973). *Physics problem*. New York: Barnes & Noble Books.
- Bolton, J. & Ross, S. (1997). Developing students' physics problem-solving skills. *Physics Education* 32(3): 176-185.
- Bransford, J.D. & Stein, B.S. (1993). *The ideal problem solver : a guide for thinking, learning and creativity*. Ed. Ke-2. New York : W.H. Freeman and Co.
- Creswell, J.W. (2005). *Educational research: planing, conducting and evaluating quantitative and qualitative research*. New Jersey: Pearson.
- Cronbach, L. J. (1955). The Mcaning of Problems. In J. M. Seidman (Ed.), *Reading in Educational Psychology* (pp. 193-201). Boston: Houghton Mifflin Co.
- Dhillon, A.S. (1998). Individual differences within problem-solving strategies used in physics. *Science Education* 82(3): 379-405.
- Foster, T.M. (2000). The development of problem solving skills from instruction emphasizing qualitative problem solving. Disertasi Ph.D. University of Minnesota.
- Heller, P & Heller, K. (1999). *Cooperative group problem solving in physics*. Minnesota: University of Minnesota.
- Hewitt, P.G. (1998). *Conceptual Physics*. Ed. Ke-8. Reading : Addison-Wesley.
- Johari Surif, Nor Hasniza Ibrahim & Mohammad yusof Arshad. (2007). Kajian pembinaan konsep sains berdasarkan model generative-metakognitive di kalangan pelajar. Laporan akhir projek penyelidikan Universiti Teknologi Malaysia 78147.
- Krulik, S. & Rudnick, J.A. (1993). *Reasoning and problem solving: A handbook for elementary school teachers*. Boston : Allyn and Bacon.
- Kuo, V.H, Heller, K., Heller, P., Hendersou, C. & Yerushalmi, E. (2001). *Instructors' Ideas about Problem Solving-Grading*. Proceedings of the Physics Education Research Conference, Rocester, NY.Slavin, R.E. 2000. *Educational psychology: theory and practice*. 6 th Ed. Singapore: Allyn & Bacon