TRANSFORMASI RE PEMBELAJARAN FISIKA

ASMIATY NOVITRI, S.Pd., M.Pd.

TRANSFORMASI RE PEMBELAJARAN FISIKA

Cetakan Pertama: November 2021
Mojokerto, Jawa Timur

Penulis: Asmiaty Novitri, S.Pd., M.Pd.
Penata Letak: Tim Pawitra
Penata Sampul: Tim Pawitra
Pemeriksa Aksara: Tim Pawitra

Penerbit:



PT. PAWITRA BASKARA ABADI
PURI DALEM WONTAMAS
Ds. Wotanmas Jedong, Kec. Ngoro
Kabupaten Mojokerto
Jawa Timur
Email: pawitrabaskara@gmail.com
FB: Penerbit Pawitra Baskara Abadi
Telp/WA: 085888333855

ISBN: 978-623-98651-2-2
Tebal: 99 hlm; A5

Hak cipta dilindungi undang-undang.
dilarang memperbanyak sebagian atau
seluruh isi buku tanpa seizin tertulis
dari penulis dan penerbit.

TRANSFORMASI RE PEMBELAJARAN FISIKA

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta
Lingkup Hak Cipta
Pasal 1:
Hak Cipta adalah hak eksklusif pencipta yang timbul secara otomatis berdasarkan prinsip deklaratif setelah suatu ciptaan diwujudkan dalam bentuk nyata tanpa mengurangi pembatasan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Pasal 9:
1. Pencipta atau Pemegang Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 8 memiliki hak ekonomi untuk melakukan: a. penerbitan Ciptaan; b. Penggandaan Ciptaan dalam segala bentuknya; c. penerjemahan Ciptaan; d. pengadaptasian, pengaransemenan, atau pentransformasian Ciptaan; e. Pendistribusian Ciptaan atau salinannya; f. Pertunjukan Ciptaan; g. Pengumuman Ciptaan; h. Komunikasi Ciptaan; dan i. penyewaan Ciptaan.

Ketentuan Pidana
Pasal 113:
1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 100.000.000,- (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/ atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/ atau pidana denda paling banyak Rp500. 000. 000,00 (lima ratus juta rupiah).
3. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegan g Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (l) huruf a, huruf b, huruf e, dan/ atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/ atau pidana denda paling banyak Rp1. 000. 000. 000,00 (satu miliar rupiah).
4. Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 4.000.000 000,- (empat miliar rupiah).

Pasal 114
Setiap Orang yang mengelola tempat perdagangan dalam segala bentuknya yang dengan sengaja dan mengetahui membiarkan penjualan dan/atau penggandaan barang hasil pelanggaran Hak Cipta dan/atau Hak Terkait di tempat perdagangan yang dikelolanya sebagaimana dimaksud dalam Pasal 10, dipidana dengan pidana denda paling banyak Rp 100.000.000,- (seratus juta rupiah).

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan hidayah dan inayah-Nya berupa kemampuan berpikir dan analisis sehingga dapat terwujud buku yang berjudul ***Transformasi RE dalam pembelajaran Fisika***. Buku ini merupakan hasil tugas akhir saya dalam menempuh pendidikan Magister Pendidikan Sains. Alasan-alasan penting yang menjadi pendorong untuk penyusunan buku ini, adalah: sebagai antisipasi pesatnya perkembangan guru-guru dalam menulis karya ilmiah; sebagai langkah penyesuaian dengan perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni; serta sebagai pemacu gairah penulisan karya ilmiah.

Dalam buku ini kami mencoba menggambarkan secara gamblang dan sederhana terkait segala proses transformasi dalam pembelajaran fisika menggunakan representasi eksternal serta jawaban-jawaban peserta didik yang mendukung dalam bentuk RE untuk memahami konsep. Penyajian yang familiar dan diikuti contoh-contoh penerapannya diharapkan pembaca (khususnya guru dan mahasiswa jurusan pendidikan dibidang apa saja) dapat dengan mudah memahami dan menerapkan pembelajaran RE.

Akhirnya tidak ada suatu usaha yang besar akan berhasil tanpa dimulai dari usaha yang kecil. Semoga buku ini bermanfaat, terutama bagi seluruh guru-guru dalam menulis karya ilmiah. Sebagai penulis buku ini, saya sangat mengharapkan kritik, saran, dan masukan untuk perbaikan serta penyempurnaan lebih lanjut pada masa yang akan.

Peling Tengah, November 2021

Asmiaty Novitri

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR..... v
DAFTAR ISI vii

BAB 1 : **PENDAHULUAN..... 1**
A. Latar Belakang RE 1
B. Elemen RE 5
C. Fungsi RE dalam Pembelajaran Fisika 9

BAB 2 : **RE DALAM PEMBELAJARAN FISIKA..... 12**
A. Pengertian RE Menurut para Ahli 12
B. Representasi sebagai *Problem Solving* 13

BAB 3 **: PENYAJIAN MENGENAI RE 17**
A. Penyajian Multirepresentasi 17
B. Representasi dalam Fisika 20

BAB 4 : **PENYAJIAN RE PADA CALON GURU FISIKA... 23**
A. Metode yang Digunakan 23
B. Instrumen yang Digunakan 23
C. Skor Kemampuan Menyelesaikan Soal Fisika..... 24

BAB 5 : **KINEMATIKA GERAK LURUS** **28**
A. Soal secara representative grafik 28
B. Jawaban secara representatif diagram 29
C. Jawaban secara representatif matematis..... 32
D. Jawaban secara representatif Verbal 39

BAB 6. **HUKUM II NEWTON DALAM RE** **44**
A. Soal secara Representatif Matematik 44
B. Jawaban secara representasi verbal dan diagram ... 45
C. Jawaban secara representatif diagram dan verbal ... 48
D. Jawaban secara representative Grafik 50

BAB 7. **HUKUM III NEWTON** **53**
A. Soal Secara Repressentasi Verbal 53
B. Jawaban Responden Secara Diagram Dan Grafik 54
C. Jawaban Responden Secara Matematis 56

BAB 8. **GERAK JATUH BEBAS** **68**
A. Soal Diagram 68
B. Jawaban Responden Secara Verbal 69
C. Jawaban Responden secara Matematik 72
D. Jawaban Responden secara Grafik..... 75

BAB 9. **KESIMPULAN DAN SARAN** **83**
A. Kesimpulan 83
B. Saran 83

DAFTAR PUSTAKA..... **85**

BAB 1
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang RE

Fisika sebagai salah satu ilmu dalam bidang sains merupakan mata pelajaran yang biasanya dipelajari melalui pendekatan secara matematis sehingga seringkali 'ditakuti' dan cenderung 'tidak disukai' anak-anak karena pada umumnya anak-anak yang memiliki kecerdasan *Logical Mathematical* sajalah yang 'menikmati fisika'. Belajar fisika bukan hanya sekedar tahu matematika, tetapi lebih jauh anak didik diharapkan mampu memahami konsep yang terkandung di dalamnya, menuliskannya ke dalam parameter-parameter atau simbol-simbol fisis, memahami permasalahan serta menyelesaikannya secara matematis (Sugiharti, 2005).

Fisika memiliki tradisi panjang sebagai mata pelajaran sekolah yang dianggap sulit (Angell *et al*., 2004). 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 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 (Mansyur,dkk., 2009).

Banyak guru fisika yang mengajar fisika salah kaprah. Mereka bukan mengajar fisika tetapi mengajar matematika dengan contoh-contoh soal fisika(Lindefeld, 2002). Selama ini pengajaran fisika lebih banyak menggunakan pendekatan matematik dan terlalu banyak menghabiskan waktu untuk masalah matematika. Fisika bukan matematika, tetapi fisika butuh matematika untuk menyederhanakan konsep-konsep fisika yang dibuat dalam bentuk persamaan matematika (rumus). Untuk memahami konsep-konsep fisika, peserta didik harus terampil dalam merepresentasikan konsep-konsep tersebut dengan berbagai cara (multirepresentasi).

Keterampilan representasi adalah kemampuan yang harus dimiliki untuk meninterprestasi dan menerapkan berbagai konsep untuk memecahkan masalah-masalah secara tepat (Kohl dan Finklestein, 2006), sedangkan multirepresentasi adalah representasi konsep yang dilakukan lebih dari satu cara. Goldin (2002) mengemukakan bahwa representasi adalah suatu konfigurasi (bentuk atau susunan) yang dapat menggambarkan, mewakili atau melambangkan sesuatu dalam suatu cara. Rosengrant *et.al.,*(2006)

mengemukakan bahwa representasi juga merupakan sesuatu yang mewakili, menggambarkan atau menyimbolkan obyek atau proses. Sementara Haveleun dan Zou (2001) menyatakan bahwa representasi eksternal dapat digambarkan sebagai situasi fisik yang terstruktur yang dapat dilihat sebagai wujud ide-ide fisik.

Representasi-representasi baru yang dihadirkan oleh peserta didik dapat membantu para guru untuk menghubungkan antara pendekatan-pendekatan yang lebih berorientasi pada pembaharuan pembelajaran materi secara matematis. Penggunaan berbagai format representasi dapat lebih melengkapi proses dalam menarik kesimpulan dan informasi yang disajikan. Penyampaian secara verbal melalui teks akan menjadi lebih mudah dipahami ketika dilengkapi gambar atau grafik yang relevan dengan informasi yang sedang dibicarakan. Dalam multi representasi, tujuan memecahkan soal fisika adalah merepresentasi proses secara fisik melalui berbagai cara antara lain; verbal, sketsa, diagram, grafik dan persamaan-persamaan matematik.

Penyelesaian masalah merupakan bagian integral dari pembelajaran fisika. Pemahaman yang baik terhadap konsep-konsep dan prinsip-prinsip fisika, keterampilan peserta didik dalam memecahkan masalah-masalah fisika akan semakin baik. Untuk memahami konsep-konsep fisika peserta didik perlu terampil dalam merepresentasikan konsep-konsep tersebut dalam banyak cara (multirepresentasi). Jika peserta didik memiliki keterampilan multirepresentasi yang baik akan mempermudah mahapeserta didik dalam melakukan

transformasi dari representasi yang satu ke representasi lainnya.

Harnawati (2012) melakukan penyajian dengan tujuan untuk mengkaji unjuk kerja peserta didik fisika dengan menggunakan format representasi yang berbeda (verbal, diagram, grafik) terhadap konsep-konsep yang berhubungan dengan hukum III Newton. Sedangkan Ningsih (2012) melakukan penyajian untuk mendeskripsikan fomat representasi dalam aktivitas pembelajaran guru di kelas. Penyajian-penyajian di atas menunjukkan bahwa penggunaan berbagai bentuk representasi dalam pengajaran konsep di bidang fisika memiliki potensi yang sangat besar manfaatnya, namun menimbulkan tantangan yang sangat signifikan untuk pebelajar dan pengajar. Fasilitas dalam penggunaan lebih dari satu representasi dapat memperdalam pemahaman pebelajar, tetapi terdapat kesulitan dalam pengunaan representasi yang beragam. Representasi yang beragam dapat melalui teks, gambar, rumus-rumus matematik, dan grafik, dapat mendukung pembentukan mental model, gambar, grafik, dan rumus-rumus matematika dapat menggantikan teks dan demikian juga sebaliknya. Informasi fisika atau materi pembelajaran fisika melalui teks dapat diingat dan dipahami dengan baik jika disertai dengan gambar-gambar, rumus-rumus matematis, dan grafik.

B. Elemen RE

Dalam Fisika ada beberapa format representasi yang dapat dimunculkan. Format-format tersebut antara lain:

1. Deskripsi Verbal

Komunikasi verbal (*verbal communication*) adalah bentuk komunikasi yang disampaikan komunikator kepada komunikan dengan cara tertulis (*written*) atau lisan (*oral*). Komunikasi verbal menempati porsi besar. Karena kenyataannya, ide-ide, pemikiran atau keputusan, lebih mudah disampaikan secara verbal ketimbang non verbal. Dengan harapan, komunikan (baik pendengar maupun pembaca) dapat lebih mudah memahami pesan-pesan yang disampaikan prakteknya, komunikasi verbal dapat dilakukan dengan cara :

a) Berbicara dan Menulis
   Umumnya untuk menyampaikan, orang cenderung lebih menyukai berbicara (*speaking)*daripada menulis (*writing*). Selain karena praktis, speaking dianggap lebih mudah "menyentuh" sasaran karena langsung didengar komunikan. Namun bukan berarti pesan tertulis tidak penting. Untuk menyampaikan pesan bisnis yang panjang dan memerlukan pemahaman dan pengkajian matang, diperlukan pula penyampaian *writing*. Misalnya penyampaian *bussines report*. Sangat tidak mungkin jika hanya disampaikan dengan berbicara.

b) Mendengarkan dan Membaca
   Kenyataan menunjukkan, baik pelaku bisnis lebih sering mendapatkan informasi daripada menyampaikan infor-

masi. Aktivitas penerimaan informasi pesan bisnis ini dilakukan lewat proses (*listening*) mendengarkan dan membaca (*reading*). Sayangnya, kenyataan juga menunjukkan, masih banyak di antara kalangan bisnis yang tidak memiliki kemampuan dan kemauan memadai untuk melakukan proses *reading* dan *listening* ini. Sehingga pesan penting sering hanya berlalu begitu saja, dan hanya sebagian kecil yang dipahami dengan baik.

2. Gambar dan Diagram

a. Gambar

Gambar didefinisikan sebagai representasi visual dari orang, tempat, benda yang diwujudkan di atas kanvas, kertas, atau bahan lain, baik secara lukisan, gambar atau foto. Pemanfaatan gambar dalam proses pembelajaran sangat membantu pengajar dalam beberapa hal sebagai berikut:

1) Menarik perhatian
2) Menyediakan gambar nyata suatu objek yang karena sesuatu hal tidak mudah diamati.
3) Unik
4) Memperjelas hal-hal yang bersifat abstrak
5) Mampu mengilustrasikan suatu proses.

Gambar diam merupakan jenis yang paling banyak digunakan, mudah dikenali, dan mudah dimengerti secara langsung tanpa memerlukan interpretasi (dalam Uno, 2010).

b. Diagram

Visualisasi dalam bentuk grafis yang masih tergolong dalam gambar yang sederhana adalah diagram. Penggunaan diagram pada umumnya ditujukan untuk menggambarkan suatu hubungan atau menjelaskan suatu proses (Heinich et

al,1996). Diagram dapat memberikan gambaran mengenai cara kerja suatu benda atau bagaimana membuat, menyusun, atau membangun suatu benda (dalam Uno, 2010).

Dalam fisika banyak bentuk diagram yang sering digunakan (sesuai konsep) antara lain: diagram gerak, diagram benda bebas (*free body diagram*), diagram energi keadaan (*energy state diagram*), diagram garis medan (*field line diagram*), energi muka gelombang (*wave front diagram),* dan diagram rangkaian listrik (*electrical circuit diagram*).

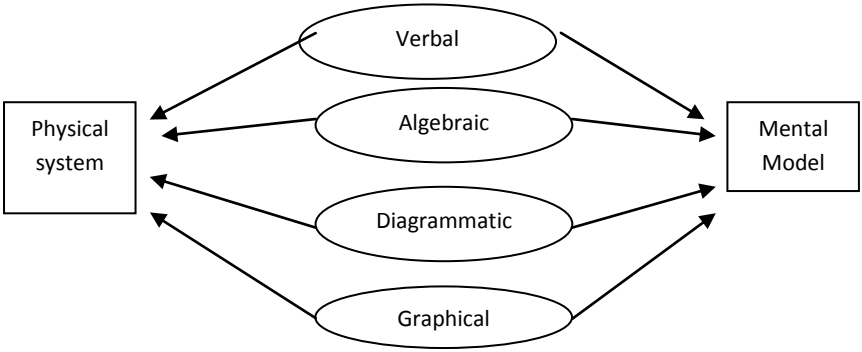
3. Grafik

Grafik didefinisikan sebagai bahan-bahan nonfotografis dengan format dua dimensi yang didesain khusus untuk mengomunikasikan pesan dan informasi tertentu. Grafik menampilkan sajian visual data dan angka-angka. Grafik juga menggambarkan hubungan dan perbandingan antara unit-unit data, kecenderungan pada data itu. Ada empat macamgrafik utama, yaitu grafik batang, grafik garis, grafik lingkaran, dan grafik gambar. Grafik yang digunakan ditentukan oleh tingkat kerumitan informasi yang ingin disajikan dan keterampilan pebelajar menginterpretasikan grafik (Arsyad, 2011).

Grafik balok energi, grafik balok momentum, merupakan grafik yang sering digunakan dalam mempresentasi konsep-konsep fisika. Grafik merupakan gambaran pasang surut suatu keadaan dengan menggunakan garis atau gambar. Grafik dapat menyajikan pokok suatu informasi secara cepat dan efektif.

4. Matematik

Untuk menyelesaikan persoalan kuantitatif, representasi matematik sangat diperlukan. Namun penggunaan representasi kuantitatif ini akan banyak ditentukan keberhasilannya oleh penggunaan representasi kualitatif secara baik. Pada proses tersebut tampak bahwa pembelajar tidak seharusnya menghapalkan semua rumus-rumus atau persamaan-persamaan matematik.Interaksi antara model mental yang dimiliki individu (misalnya pembelajar) dengan sistem fisis (realitas) dapat menampilkan beragam sistem representasi, sebagaimana disajikan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Representasi eksplisit yang dihasilkan antara sistem fisis dan model mental (diadaptasi dari Swackhamer dan Dukerich oleh Malone, 2006).

Sistem representasi yang dihasilkan secara verbal, aljabar, diagram, grafik atau lainnya merupakan representasi eksternal yang dihasilkan dari interaksi antara model mental(representasi internal) dengan sistem fisis. Berdasarkan uraian tersebut, dapat dinyatakan bahwa ketika seseorang berinteraksi dengan sistem fisis, ia menggunakan

model mental tertentu dan produk dari interaksinya dapat berupa sistem representasi eksternal. Dengan demikian, model mental individu dapat diakses melalui representasi yang ditampilkan dalam proses *problem solving* (Malone, 2006).

Buckley dan Boulter (2000); Horrison dan Treagust (2000) mengemukakan bahwa model mental adalah representasi intrinsik obyek, ide atau proses yang dihasilkan individu selama proses kognitif. Individu-individu menggunakan model-model ini untuk bernalar, menjelaskan, memprediksi fenomena dan atau menghasilkan model yang terekspresikan dalam beragam format (misalnya, deskripsi verbal, diagram, simulasi atau model konkrit) untuk mengkomunikasikan ide-ide mereka ke orang lain atau untuk memecahkan masalah (Borges dan Gilbert, 1999; Buckley dan Boulter, 2000; Greca dan moreira, 2000; Horrison dan Treagust, 2000).

C. Fungsi RE dalam Pembelajaran Fisika

Ainsworth 1999 mengemukakan bahwa multi representasi memiliki tiga fungsi utama yaitu:

1) Sebagai Pelengkap pembangun pemahaman
   Multirepresentasi digunakan untuk memberikan representasi yang berisi informasi pelengkap atau membantu melengkapi proses kognitif.

2) Pembatas Interpretasi
   Satu representasi digunakan untuk membatasi kemungkinan kesalahan menginterpretasi dalam menggunakan representasi yang lain.
3) Pembangun Pemahaman
   Multi representasi dapat digunakan mendorong pebelajar untuk membangun pemahaman terhadap situasi secara mendalam.

Penggunaan multi representasi dapat lebih melengkapi proses dalam menarik kesimpulan dari informasi yang disajikan. Penjelasan secara verbal melalui teks akan menjadi lebih mudah dipahami ketika dilengkapi gambar atau grafik yang relevan dengan informasi yang sedang dibicarakan.

Fungsi utama pertama dari multirepresentasi adalah untuk menggali perbedaan-perbedaan dalam suatu informasi yang dinyatakan oleh masing-masing representasi. Multirepresentasi cenderung digunakan untuk tujuan ini baik pada kasus-kasus dimana representasi tunggal tidak memadai untuk memuat semua informasi tentang suatu konsep, ataupun pada kasus-kasus dimana upaya utuk menggabungkan semua informasi yang relevan ke dalam satu representasi.

Pada setiap kasus terdapat dua sub-bagian pada kategori ini, yaitu :

(a) Setiap representasi menyimbolkan aspek-aspek yang unik dari suatu konsep dan menyajikan informasi yang berbeda,

(b) Terdapat tingkat informasi yang berlebihan dibagi oleh dua informasi yang sama-sama unik.

Fungsi utama kedua dari multi representasi adalah untuk membantu pebelajar membangun pemahaman yang lebih baik terhadap suatu konsep dengan menggunakan satu representasi untuk membatasi interpretasi mereka terhadap representasi kedua. Hal ini dapat dicapai dengan dua cara. Pertama, untuk memanfaatkan representasi yang biasa dikenal dan mendukung interpretasi dari representasi yang kurang biasa dikenal atau lebih abstrak. Kedua, dengan menggali sifat-sifat inheren satu representasi dapat membatasi interpretasi representasi kedua. Ketiga dari multi representasi adalah untuk membangun pemahaman yang lebih dalam. Pada fungsi ini, multi representasi dapat digunakan untuk meningkatkan abstraksi, mendukung generalisasi, dan untuk membangun hubungan antar representasi-representasi.

BAB 2
RE DALAM PEMBELAJARAN FISIKA

A. Pengertian RE Menurut Para Ahli

Representasi secara umum adalah suatu konfigurasi yang menggambarkan sesuatu yang lain dalam beberapa cara baik itu menggambarkan objek kehidupan nyata maupun objek lain yang dibuat lebih jelas, dengan menggunakan pendekatan korespondensi abstrak. Dikatakan bahwa konfigurasi yang direpresentasikan merupakan sesuatu yang berhubungan dengan menggambarkan, mencakup, menunjukkan, mengodekan, memancing, menamai, menghubungkan dengan, menghasilkan, menggantikan, atau menyimbolkan (Heuvelen, dkk, 2006).

Nakhleh (2008) mendefinisikan representasi sebagai struktur yang berarti sesuatu yang lain: suatu kata untuk suatu benda, suatu kalimat untuk suatu keadaan hal, suatu diagram untuk suatu susunan, suatu gambar untuk suatu pemandangan. Definisi representasi dapat dibedakan antara representasi eksternal yang disajikan kepada pelajar dan

representasi internal yang disusun oleh pelajar. Karakteristik sains adalah berisi lebih banyak jenis-jenis representasi yang telah dikenal, seperti grafik, diagram, dan animasi. Disiplin ilmu yang berbeda bahkan dapat memiliki detail representasi yang mampu memberikan penjelasan secara lebih teliti. Misalnya, dalam ilmu fisika representasi yang tepat dalam pembelajaran fisika dapat dilakukan melalui penyampaian informasi yang dilakukan secara verbal, aljabar, diagram dan grafik.

Kohl dan Finklestein (2005) menjelaskan bahwa dengan format representasi, mengacu pada banyak cara untuk menyelesaikan masalah terhadap konsep tertentu. Para pengajar harus mampu untuk menafsirkan semua format secara efektif dan mampu mengintegrasikan dan menerjemahkan pada mahapeserta didik. Sebagai hasilnya, tujuan instruksional adalah untuk menanamkan ilmu pengetahuan melalui representasi pada pembelajar. Representasi tersebut merujuk pada sajian secara struktur melalui gambar, simbol ataupun lambang dan sebagai pengetahuan tentang sesuatu yang dapat mewakili yang lain.

Kohl dan Finklestein (2006) mengemukakan bahwa kemampuan pebelajar dengan bentuk representasi yang berbeda dipengaruhi oleh konteks masalah dan kegiatan belajar mengajar dimana konteks suatu masalah tersebut direpresentasikan.

B. Representasi sebagai *Problem Solving*

Representasi merupakan salah satu kategori yang sesuai dengan pembelajaran formal atau informal, abstrak atau konkrEt, atau berbasis teks dibandingkan berbasis grafis.

Studi yang melibatkan format representasi telah banyak dilakukan, termasuk perbandingan untuk menangani masalah dalam tujuan tertentu. Format representasi diberi pilihan format dan masalah fisika ditulis dalam kata-kata dan dinyatakan terutama dalam persamaan, perbandingan pembelajaran lingkungan yang virtual untuk yang konkrit dan perbandingan antara verbal, format grafis dan diagram.

Sebuah representasi eksternal memiliki makna singkatan, simbol/lambang, atau wakil dari objek. Contoh penggunaan representasi dalam fisika meliputi kata-kata, diagram, persamaan, grafik dan sketsa atau gambar. Penyajian yang dilakukan pada tahun pertama diikuti oleh 125 pebelajar selama satu tahun (dua semester) di perkuliahan. Pemecahan masalah pada proses berpikir pebelajar masih sangat rendah, frekuensi penggunaan pilihan diagram pada pertanyaan pilihan ganda tidak begitu mengikat (Rosengrant,dkk., 2006).

Selain itu kemampuan representasi juga dipengaruhi oleh masalah yang akan direpresentasikan dan bagaimana kegiatan belajar mengajar dilaksanakan. Khol dan Finklestein (2006) dalam jurnal penyajiannya mengemukakan bahwa kemampuan pengajar dengan bentuk representasi yang berbeda dipengaruhi oleh konteks masalah dan kegiatan belajar mengajar dimana konteks suatu masalah tersebut direpresentasikan. Penyajian Meltzer (2005) menunjukkan bahwa kemampuan dalam menyelesaikan masalah yang sama yang direpresentasikan dengan bentuk yang berbeda memberikan hasil yang sangat berbeda pula.

Rosegrant, dkk., (2009) menemukan bahwa pebelajar berprestasi yang menggunakan diagram bebas untuk membantu memecahkan masalah dan sebagai alat untuk mengevaluasi pekerjaan mereka. Sementara pebelajar berkemampuan rendah menggunakannya representasi sebagai alat bantu dalam proses pemecahan masalah.

Representasi-representasi tertentu dapat cocok dengan masalah atau bidang mata pelajaran khusus (seperti penggunaan variabel huruf dalam aljabar), namun pembelajar harus tahu bagaimana menggunakan suatu representasi, atau ketika diberi banyak representasi, pembelajar dapat memilih representasi yang terbaik untuk merepresentasikan tugas mereka. Selain memilih representasi yang tepat untuk suatu masalah atau tugas tertentu, representasi yang digunakan pebelajar harus ditafsirkan dalam konteks pemecahan masalah dan diubah bentuknya secara berarti untuk menyusun informasi baru yang berguna.

Menurut pakar psikologi (Solaz *et al*., 2007a), proses *problem solving* dibagi dalam dua tahap: representasi masalah dan penyelesaian masalah. Pada tahap representasi masalah, pebelajar perlu mentransformasikan deskripsi masalah ke representasi mental internal (model mental) dalam dua langkah: penerjemahan masalah *(problem translation)* dan integrasi masalah (*problem integration).* Setelah deskripsi masalah telah diterjemahkan ke dalam representasi mental internal pembelajar, itu berarti yang bersangkutan telah siap memahami masalah tersebut.

Tahap awal dalam proses *problem solving* yaitu pebelajar memulai memahami masalah tersebut. Repre-

sentasi adalah usaha-usaha otak melakukan pengkodean (*encoding)* pengalaman. Jadi, sebuah representasi sangat berbeda dengan foto yang menyimpan semua informasi yang terekam ke dalam gambar. Dalam konteks *problem solving,* bermanfaat untuk membedakan antara representasi internal dan representasi eksternal (Mansyur, dkk., 2009).

BAB 3
PENYAJIAN MENGENAI RE

A. Penyajian Multirepresentasi

Penyajian mengenai multirepresentasi dalam kaitannya dengan kemampuan pebelajar dalam menyelesaikan masalah-masalah fisika telah dilakukan diantaranya oleh Heuvelen & Xueli (2001), Harper (2006), Kohl & Finkelstein (2005; 2006; dan 2007) dan Meltzer (2005). Heuvelen & Zou (2001) meneliti pendekatan multirepresentasi pada topik usaha-energi dan menyimpulkan bahwa pendekatan tersebut membantu pebelajar dalam memahami konsep usaha-energi.

Waldrip (2007) mengatakan bahwa penyajian multirepresentasi dapat dikelompokkan secara khusus seperti pengetahuan tentang gambar, model, tabel, grafik, dan diagram. Dengan demikian multirepresentasi adalah perpaduan format-format representasi yaitu format verbal, matematis, diagram, dan grafik. Dalam pembelajaran fisika keempat representasi tersebut dapat diterapkan pengajar fisika agar mahapeserta didik memahami konsep-konsep fisika dengan benar.

Harper (2006) menyoroti perbedaan perilaku pebelajar yang terampil (*expert*) dengan pebelajar yang kurang terampil (*novice*) dalam memecahkan masalah fisika. Pebelajar yang terampil memandang pemecahan masalah sebagai suatu proses, sementara pebelajar yang kurang terampil berpikir bahwa pemecahan masalah merupakan tugas mengingat kembali (*recall task*). Pebelajar yang terampil menggunakan representasi non-matematik seperti grafik, bagan, dan diagram secara luas sementara pebelajar yang kurang terampil cenderung menggunakan representasi matematik. Glaser & Rees, 1982; Larkin, 1983 *dalam* Kohl, dan Finkelstein., 2007 juga menyimpulkan bahwa pebelajar yang terampil cenderung menggunakan representasi non-matematik, sementara pebelajar yang kurang terampil cenderung langsung menggunakan representasi matematik.

Ainsworth (1999) membuktikan bahwa representasi dapat memainkan tiga peranan utama. Pertama, mereka dapat saling melengkapi. Kedua, suatu representasi yang lazim dapat menjelaskan tafsiran tentang suatu representasi yang lebih tidak lazim. Ketiga, suatu kombinasi representasi dapat bekerja bersama membantu pebelajar menyusun suatu pemahaman yang lebih dalam tentang suatu topik yang dipelajari.

Ainsworth 1999 mengemukakan bahwa multi representasi memiliki tiga fungsi utama yaitu:

1) Sebagai Pelengkap pembangun pemahaman
   Multirepresentasi digunakan untuk memberikan representasi yang berisi informasi pelengkap atau membantu melengkapi proses kognitif.

2) Pembatas Interpretasi
   Satu representasi digunakan untuk membatasi kemungkinan kesalahan menginterpretasi dalam menggunakan representasi yang lain.
3) Pembangun Pemahaman
   Multi representasi dapat digunakan mendorong pebelajar untuk membangun pemahaman terhadap situasi secara mendalam.

Penggunaan multi representasi dapat lebih melengkapi proses dalam menarik kesimpulan dari informasi yang disajikan. Penjelasan secara verbal melalui teks akan menjadi lebih mudah dipahami ketika dilengkapi gambar atau grafik yang relevan dengan informasi yang sedang dibicarakan.

Fungsi utama pertama dari multirepresentasi adalah untuk menggali perbedaan-perbedaan dalam suatu informasi yang dinyatakan oleh masing-masing representasi. Multi-representasi cenderung digunakan untuk tujuan ini baik pada kasus-kasus dimana representasi tunggal tidak memadai untuk memuat semua informasi tentang suatu konsep, ataupun pada kasus-kasus dimana upaya utuk mengga-bungkan semua informasi yang relevan ke dalam satu representasi.

Pada setiap kasus terdapat dua sub-bagian pada kategori ini, yaitu :

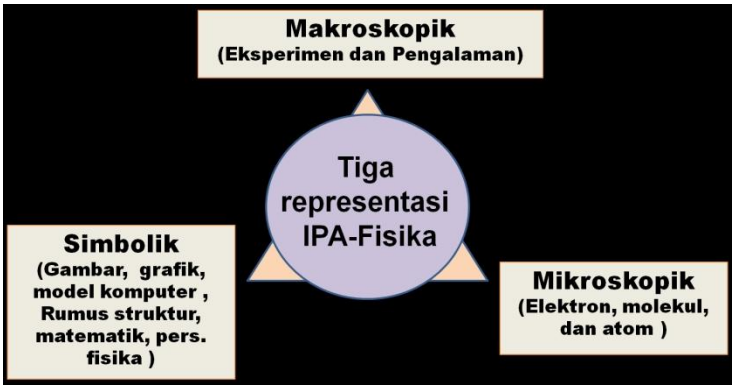
(a) Setiap representasi menyimbolkan aspek-aspek yang unik dari suatu konsep dan menyajikan informasi yang berbeda,

(b) Terdapat tingkat informasi yang berlebihan dibagi oleh dua informasi yang sama-sama unik.

Fungsi utama kedua dari multi representasi adalah untuk membantu pebelajar membangun pemahaman yang lebih baik terhadap suatu konsep dengan menggunakan satu representasi untuk membatasi interpretasi mereka terhadap representasi kedua. Hal ini dapat dicapai dengan dua cara. Pertama, untuk memanfaatkan representasi yang biasa dikenal dan mendukung interpretasi dari representasi yang kurang biasa dikenal atau lebih abstrak. Kedua, dengan menggali sifat-sifat inheren satu representasi dapat membatasi interpretasi representasi kedua. Ketiga dari multi representasi adalah untuk membangun pemahaman yang lebih dalam. Pada fungsi ini, multirepresentasi dapat digunakan untuk meningkatkan abstraksi, mendukung generalisasi, dan untuk membangun hubungan antar representasi-representasi.

B. Representasi dalam Fisika

Semua fenomena yang terdapat dalam IPA-fisika dapat diarahkan pada tiga representasi, yaitu makroskopik, simbolik, dan mikroskopik (Johnstone dalam Soesanto, 2009). Menurut Russel dan Bowen (dalam Soesanto 2009) menyatakan bahwa untuk memahami IPA-Fisika secara konseptual, dibutuhkan kemampuan untuk merepresentasikan dan menerjemahkan masalah dan fenomena IPA–Fisika ke dalam bentuk representasi makroskopik, simbolik, dan mikroskopik secara simultan, seperti pada gambar 3.2.



Gambar 3.2: Tingkat representasi dalam IPA-Fisika
(Johnstone dalam Soesanto, 2009).

Sementara itu Izsak dan Sherin (2003) menyatakan bahwa pengajaran dengan melibatkan multirepresentasi memberikan konteks yang kaya bagi pebelajar untuk memahami suatu konsep. Penggunaan multirepresentasi dapat membantu guru dalam mengidentifikasikan tiga dimensi pembelajaran dan yang terjadi yakni: memberi peluang guru dalam menilai pemikiran pebelajar, memberi peluang guru untuk menggunakan teknik pedagogik yang baru, memudahkan guru untuk menjembatani antara pendekatan konvensional dan pendekatan modern.

Di pihak lain Gabel (dalam Mahardika, 2011) menyatakan bahwa ada beberapa kesulitan yang dialami oleh pebelajar dalam memahami IPA-fisika, yaitu:

a) Pembelajaran hanya menekankan pada simbol dan pemecahan masalah
b) Pembelajaran IPA-fisika berlangsung pada tingkat makroskopik, mikroskopik, dan simbolik, namun tidak

disertai dengan penjelasan yang mengenai hubungan diantara ketiga jenis tingkat tersebut;

c) Pebelajar mengalami kesulitan dalam mempelajari materi, meskipun pembelajarannya telah meliputi ketiga tingkatannya tersebut yang disertai dengan penekanan mengenai hubungan diantaranya.

BAB 4
PENYAJIAN RE
PADA CALON GURU FISIKA

A. Metode yang Digunakan

Penentuan responden dalam kajian ini tidak ditentukan dalam kategori kluster melainkan berdasarkan kesanggupan dari responden dan tidak adanya pemaksaan dengan merujuk penyajian terdahulu. Metode yang digunakan adalah *Interview-About-Event (IAE)*. Metode ini untuk melacak pemahaman mereka terhadap suatu konsep yang disajikan. Responden berfokus pada pada lembaran yang memuat soal atau fenomena yang menuntut mereka mengevaluasi kondisi soal tersebut. Semua responden dapat menyelesaikan soal, hanya 1 atau 2 representasi yang mampu mereka selesaikan, namun pada umumnya mereka terlibat pada keseluruhan soal tersebut.

B. Instrumen yang Digunakan

Instrumen yang digunakan yaitu wawancara dilaksanakan padatanggal 4–7 Januari 2013. Dalam pelaksanaan setiap responden menyelesaikan empat soal dengan cara menulis jawaban pada lembar jawaban yang

disediakan sambil berbicara mengenai apa yangdipikirkan serta keterangan-keterangan yang berhubungan dengan apa yang sedang dikerjakan itu. Pada saat mengerjakan soal tidak diberikan sekaligus melainkan satu per satu secara berurutan dari nomor satu sampai dengan nomor empat. Ketika responden ketika mengerjakan soal nomor satu, belum mengetahui soal nomor dua dan seterusnya. Hal ini dimaksudkan agar responden fokus pada soal yang sedang dikerjakan, tidak terganggu karena memikirkan jawaban soal berikutnya.

Berdasarkan penilaian dari hasil wawancara telah didapatkan informasi mengenai kemampuan responden dalam menyelesaikan soal ini akan diuraikan secara berurutan berdasarkan skor tertinggi sampai dengan skor terendah. Beberapa tanda yang muncul dalam transkrip wawancara dijelaskan sebagai berikut: Tanda <*kata/kalimat*> berarti komentar tambahan dari penyaji. Tanda <…> berarti responden berhenti sejenak atau sementara berpikir. Tanda {-} artinya berhenti lama. Tanda [….] berarti ada kalimat sebelum atau ada kalimat sesudahnya atau ada reduksi data atau penghilangan beberapa kata yang dianggap tidak perlu.Tanda {?} bermakna ucapan responden dalam wawancara tidak jelas. Hasil kegiatan wawancara dalam bentuk rekaman kemudian dibuat transkrip untuk masing-masing responden dari masing-masing nomor soal, sehingga diperoleh 12 lembar jawaban dan 48 transkrip wawancara yangkesemuanya.

C. Skor Kemampuan Menyelesaikan Soal Fisika

Berdasarkan pemeriksaan lembar jawaban tertulis, transkrip hasil wawancara yang oleh penyaji dibaca secara

berulang-berulang dengan mengacu pada rubrik penilaian yang telah dibuat sebelumnya, maka diperoleh skor kemampuan responden dalam menyelesaikan soal fisika dari dua belas reponden. Skor kemampuan ini juga diperkuat oleh hasil wawancara yang telah dibuat transkripnya, data perolehan skor dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 4.1 Perolehan Skor Responden dalam Menyelesaikan Soal

No	Responden	Perolehan Skor Tiap Soal				Skor Perolehan	Nilai Akhir (Persentase)
		1	2	3	4		
1	MFT1	10	3	10	5	28	58.3
2	MFT2	10	11	10	11	42	87.5
3	MFT3	5	3	9	6	23	47.9
4	MFS2	7	6	10	1	22	45.8
5	MFS3	3	2	5	3	13	27
6	MFS4	9	5	9	4	27	56.3
7	MFR4	5	6	9	3	21	43.8
8	MFR3	9	2	9	7	27	56.3
9	MFR1	10	3	7	9	29	60.4
10	MFS1	8	4	9	3	24	50
11	MFS5	5	5	8	2	18	37.5
12	MFR5	8	5	6	5	24	50
Jumlah		89	55	101	59	298	620.8
Rata-rata		16 8	4.5 8	8.3	4.92	24.83	51.73
STDV		2.3	2.4	1.5	2.8	6.7	14
Ket: Skor Maksimum 48; Nilai Akhir=N= (Skor Perolehan)/(Skor Maksimum) x 100%							

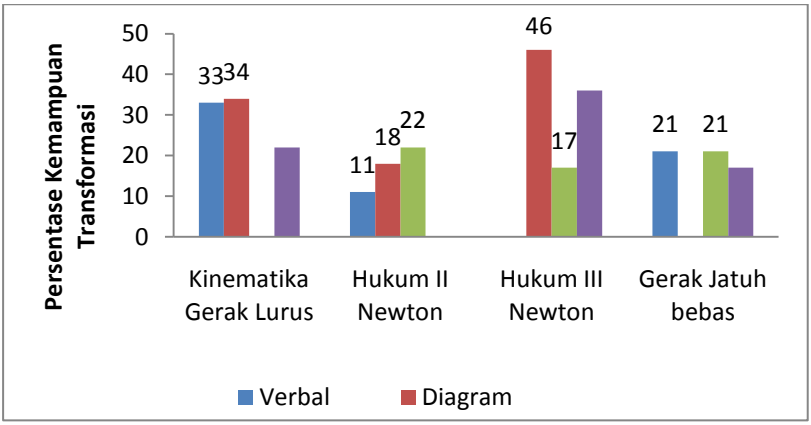
Penentuan kategori sangat tinggi, tinggi, sedang, rendah, dan sangat rendah berdasarkan skala berpedoman

pada teknik kategorisasi standar yang ditetapkan oleh Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Penentuan kategori untuk responden pada penyajian ini disimbolkan huruf "A" dan dibandingkan dengan penentuan kategori pada penyajian Harnawati (2012) disimbolkan huruf "H" dapat dilihat pada tabel 4 dibawah ini:

Tabel 4.2 Daftar kode dan penentuan kategori responden dan dibandingkan dengan penentuan kategori dari penyajian Harnawati (2012).

No	Kode Responden	Jumlah Skor		Kategori	
		A	H	A	H
1	MFT1	58.3	86	Sedang	Sangat Tinggi
2	MFT2	87.5	66	Sangat Tinggi	Sangat Tinggi
3	MFT3	47.9	63	Rendah	Sedang
4	MFS2	45.8	53	Rendah	Rendah
5	MFS3	27	53	Sangat Rendah	Rendah
6	MFS4	56.3	50	Sedang	Rendah
7	MFR4	43.8	13	Rendah	Sangat Rendah
8	MFR3	56.3	13	Sedang	Sangat Rendah
9	MFR1	60.4	6.6	Sedang	Sangat Rendah
10	MFS1	50	56	Rendah	Sedang
11	MFS5	37.5	46	Rendah	Rendah
12	MFR5	50	13	Rendah	Sangat Rendah

Pada Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa unjuk kerja responden dalam merepresentasikan konsep-konsep yang digunakan pada penyajian ini.

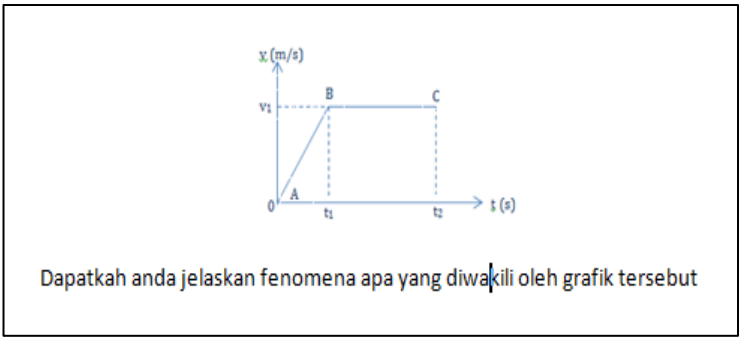


Gambar 4.1 Persentase Skor untuk Representasi Verbal, Diagram, Grafik dan matematis.

BAB 5
KINEMATIKA GERAK LURUS

A. Soal Representatif Grafik

Pada gambar 5.1 menunjukkan konteks Kinematika Gerak Lurus yang fenomenanya diilustrasikan dalam bentuk grafik. Konteks ini meminta kepada responden untuk menjelaskan fenomena apa yang diwakili oleh grafik seperti pada gambar di bawah ini:



Gambar 5.1 Soal Grafik pada konteks Kinematika Gerak Lurus

Pada konteks Kinematika Gerak Lurus, MFT2 memperoleh skor 10 berdasarkan pekerjaan yang diselesai-kannya seperti dapat dilihat pada tabel 4.1. Jawaban MFT2 ini adalah jawaban verbal sudah menjelaskan makna fisis dari grafik tersebut.

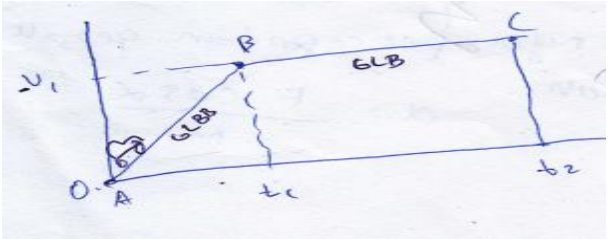
Transkrip rekaman wawancara dengan responden MFT2

Interviewer : <M*emperlihatkan grafik*> Bisa anda jelaskan fenomena apa yang diwakili oleh grafik tersebut?

MFT2 : <*Sambil menggambar*> disini ada grafik dari A–B terjadi perubahan kecepatan dari v = 0 menjadi v = v_1 artinya terjadi fenomena GLBB [....] dan dari B–C kecepatannya konstan yaitu sebesar v_1 terjadi fenomena GLB atau tidak ada perubahan kecepatan atau konstan.

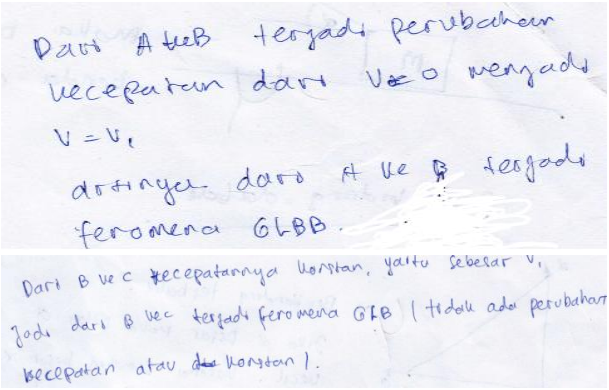
B. Jawaban Secara Representatif Diagram

Dari kutipan transkrip di atas dapat dinyatakan responden menggunakan kerangka konseptual GLB dan GLBB dengan berbantuan sistem representasi eksternal terutama diagram yang memadai. Hal ini dapat dilihat pada gambar 5.2 lembar jawaban representasi diagram MFT2.



Gambar 5.2 Diagram dibuat oleh MFT2

Ketika dibacakan soal responden mampu melakukan transformasi dari representasi grafik ke dalam bentuk diagram. Pada gambar 5.3 membuat diagram sebuah lintasan yang ditempuh sebuah mobil mengalami perubahan kecepatan dan perubahan waktu. Hal ini sangatlah menarik, responden mengilustrasikan sebuah diagram mengikuti alur yang ada digrafik atau sebuah mobil yang berada pada bidang miring serta memberikan keterangan-keterangan yang sama pada soal. Responden mengemukakan mobil yang berada pada bidang miring memiliki percepatan yang tetap, dikarenakan kecepatannya selalu berubah secara tetap.



Gambar 5.3 Jawaban verbal yang dibuat oleh MFT2

Berdasarkan transkrip wawancara, menunjukkan penggunaan diagram dalam melakukan *problem solving*. Terbukti ketika responden mampu menggunakan diagram responden mampu membaca grafik mengenai konsep apa yang tersirat dari grafik tersebut serta menuliskan gerak apa saja yang berlaku dari posisi A ke B dan posisi B ke C.

Berdasarkan kutipan transkrip rekaman responden menyatakan "*disini ada grafik dari A – B terjadi perubahan kecepatan dari v = 0 menjadi v = v_1 artinya terjadi fenomena GLBB [....] dan dari B – C kecepatannya konstan yaitu sebesar v_1 terjadi fenomena GLB atau tidak ada perubahan kecepatan atau konstan".*

Berdasarkan transkrip wawancara, gerak lurus beraturan yang responden hanya mendefinisikan bahwa GLB terjadi karena kecepatan tetap, tanpa ada penjelasan lebih lanjut. Gerak lurus beraturan didefinisikan sebagai gerak suatu benda dengan kecepatan tetap. Kecepatan tetap artinya baik besar maupun arahnya tetap. Karena kecepatan benda tetap, maka kata kecepatan pada gerak lurus beraturan dapat diganti dengan kata kelajuan. Dengan demikian, dapat juga kita definisikan, gerak lurusberaturan sebagai gerak suatu benda pada lintasan lurus dengan kelajuan tetap.

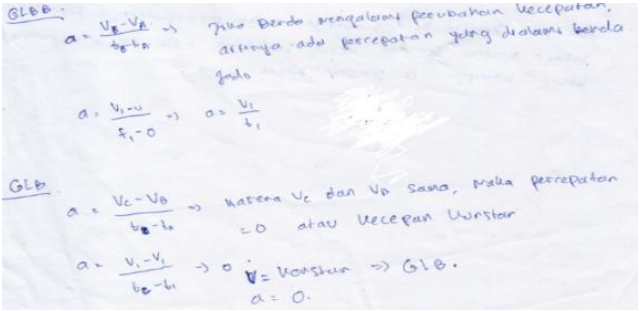
Dari gambar 5.3 dapat dilihat bahwa tidak semua pernyataan yang benar secara matematis belum tentu benar secara fisis. Karena jawaban verbal cenderung secara matematis maka responden ini mudah melakukan transformasi dari representasi verbal ke representasi matematis seperti pada kutipan dibawah ini:

Interviewer : Dapatkah anda membuat perumusan
MFT2 : matematis dari grafik tersebut?
<....> Untuk GLBB rumus digunakan $a = v_2 - v_1/\Delta t$ sehingga I tuliskan $a = v_B - v_A/ t_B - t_A$ dimasukkan kedalam rumus variabel dalam grafik sehingga $a = v_1/t_1$. Jika GLB a

= $v_c - v_B$ / $t_c - t_B$ karena $v_c - v_B = 0$, maka percepatan = 0 atau kecepatan konstan.

C. Jawaban Secara Representatif Matematis

Berdasarkan transkrip di atas dapat dilihat jawaban matematis yang di buat oleh responden MFT2 seperti pada gambar 5.4 di bawah ini:



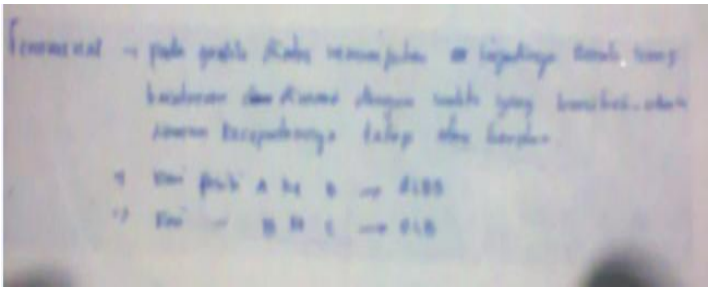
Gambar 5.4 Jawaban Matematis yang dibuat oleh MFT2

Gambar 5.4 menunjukkan responden ini mampu mentransformasi representasi verbal ke representasi matematis dengan benar pada konteks GLBB. Tetapi kurang tepat dalam menjabarkan rumus GLB hanya sebagai pembuktian saja kalau kecepatannya konstan serta mengguraikan perumusan tersebut dengan menggunakan variabel pada grafik. Responden ini mampu menjabarkan perumusan ini ke dalam konteks grafik tidak seperti responden lain yang yang hanya mampu menuliskan

persamaan matematis tanpa menggunakan konteks permasalahan pada grafik. Berikut ini kalimatnya, dapat dilihat di bawah ini:

Interviewer	:	<*Memperlihatkan grafik*> Bisa anda jelaskan fenomena apa yang diwakili oleh grafik tersebut ?
MFT1	:	Pada grafik di atas menunjukkan terjadinya GLB dimana waktu berubah-ubah namun kecepatannya konstan
Interviewer	:	Dapatkah anda menjelaskan konsep apa yang ada pada grafik?
MFT1	:	<….> Menurut saya dari A ke B mengalami GLBB, B ke C mengalami kecepatan konstan dari B ke C merupakan GLB.

Dari transkrip di atas dapat dilihat lembar jawaban verbal yang di tulis oleh responden MFT1 seperti pada gambar 5.5 di bawah ini:



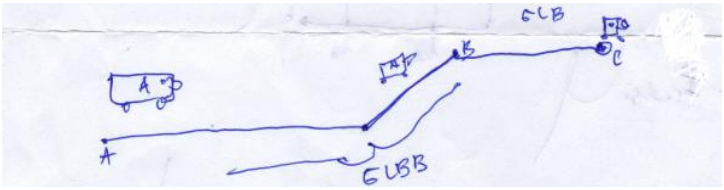
Gambar 5.5 Jawaban Verbal yang ditulis oleh MFT1

Dari transkrip wawancara dan gambar 5.5 terlihat MFT1 responden mampu melakukan transformasi dari representasi grafik ke representasi verbal. Responden mampu membaca grafik mengenai konsep yang tersirat dari grafik tersebut serta menuliskan gerak apa saja yang berlaku dari posisi A ke B dan posisi B ke C berdasarkan wawancara.

Interviewer : Kalau memang konsep GLBB, bisakah anda menggambarkan dalam bentuk diagram pada grafik tersebut?

MFT1 : <*Sambil menggambar*> misalnya sebuah mobil digerakkan oleh seseorang atau diberikan gaya sehingga mobil tersebut bergerak menempuh lintasan dimana A ke B, sehingga ada kecepatan dari titik A ke titik B karena [....] ada pergerakan sehingga menimbulkan percepatan sehingga disebut GLBB yaitu dimana kecepatannya berubah tiap detik, dimana perubahan setiap detiknya sama. Lalu dari B ke C mobil tersebut bergerak dengan kecepatannya konstan dimana tidak ada perubahan kecepatan sehingga merupakan GLB.

Dari transkrip di atas dapat dilihat lembar jawaban diagram responden MFT1 seperti pada gambar 5.6 di bawah ini:



Gambar 5.6 Diagram yang dibuat oleh MFT1

Jawaban diagram responden ini sama dengan MFT2, ketika dibacakan soal responden mampu melakukan transformasi dari representasi grafik ke dalam bentuk diagram. Pada gambar 5.6 terlihat dari lintasan yang ditempuh sebuah mobil mulai dari kecepatannya berubah tiap detik, perubahan setiap detiknya sama. Kemungkinan pada saat membuat diagram responden cenderung mengikuti alur yang ada digrafik atau mobil yang mengalami pendakian memiliki percepatan yang tetap, karena kecepatannya selalu berubah secara tetap.

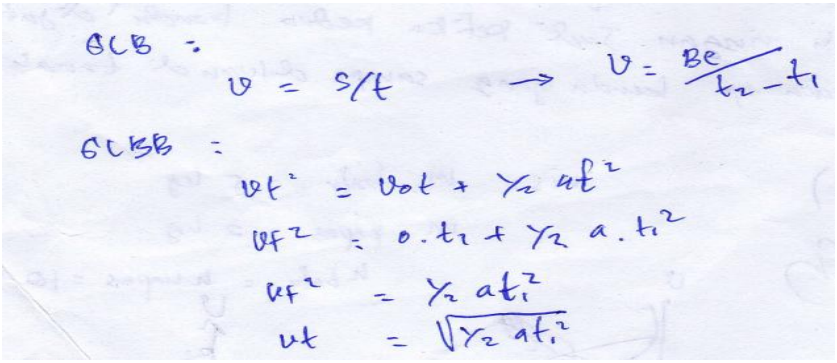
Responden juga menyatakan bahwa adanya GLLB karena adanya percepatan atau terjadi pergerakan menimbulkan kecepatan yang berbanding terbalik dengan waktu mulai dari titik nol. Hal ini dipengaruhi diberikan gaya pada benda tersebut sehingga ada pergerakan kemudian GLB terbentuk karena kecepatan konstan.

Berdasarkan transkrip wawancara, responden sudah paham tentang lintasan yang terbentuk pada grafik. Hal ini menurut (Sabella, and Redish, 2007) yaitu jika "gaya yang menyebabkan percepatan" adalah penerapan *resource* yang

benar, jika "sebuah gaya diperlukan untuk menghasilkan kecepatan" adalah kurang benar. Sebuah konsepsi, termasuk miskonsepsi dapat muncul dari aktivasi sekumpulan berbagai *resource*.

Interviewer	:	Dapatkan anda membuat perumusan matematis dari grafik ini?
MFT1	:	<*Sambil menulis rumus*> menurut saya bu dari A ke B v = s/t sedangkan dari B ke C itu v = ½ v_0+ at^2 {-}.

Pada transkrip di atas dapat dilihat jawaban matematis responden MFT2 seperti pada gambar 5.7 di bawah ini:



Gambar 5.7 Jawaban Matematis yang dibuat oleh MFT1

Responden ini mampu menjabarkan perumusan ini ke dalam konteks grafik tidak seperti responden lain yang hanya mampu menuliskan persamaan matematis tanpa menggunakan konteks permasalahan pada grafik. Dari analisis yang dilakukan responden mampu melakukan

transformasi ke semua representasi yang berbeda dalam konteks gerak lurus.

Responden MFT2 di atas merupakan responden yang memiliki kategori sangat tinggi baik di penyajian Harnawati (2012) dan dalam penyajian ini. Hal ini terlihat dari skor yang responden peroleh.Pada responden MFT1 pada penyajian Harnawati (2012) merupakan responden yang berkategori sangat tinggi diperoleh dari skor yang diperoleh, akan tetapi pada penyajian ini responden merupakan berkategori sedang dalam kemampuan mentransformasikan representasi eksternal. Kedua responden ini mampu mentransformasikan dari satu representasi satu ke representasi lainnya. Selain itupula, kedua responden ini adalah responden yang berprestasi dibidang akademiknya.

Temuan di atas didukung oleh penyajian Rosengrant, dkk (2009) menemukan bahwa responden berprestasi yang menggunakan diagram bebas untuk membantu memecahkan masalah dan sebagai alat untuk mengevaluasi pekerjaan mereka sementara responden berkemampuan rendah menggunakannya representasi sebagai alat bantu dalam proses pemecahan masalah. Pada lembar jawaban mereka yang telah dicantumkan di atas dibandingkan MFS3 pada penyajian Harnawati merupakan responden yang berkategori sedang akantetapi pada penyajian ini merupakan responden yang berkategori paling rendah karena mendapat nilai 27% terlihat pada tabel 1 yang merupakan nilai paling rendah dibandingkan reponden lainnya.

Pada lembar jawaban serta hasil wawancara MFS3 tidak mampu mentransformasikan satu representasi ke

representasi lainnya tampak dari jawaban pada soal no 1 yang akan dibahas dibawah ini. Kemungkinan MFS3 mampu mengerjakan soal-soal *multiple choice* dibandingkan mengerjakan soal dalam bentuk uraian. Beberapa bentuk tes yang digunakan untuk mengukur kompetensi dan apakah pebelajar tersebut sudah memahami pelajaran yang telah disampaikan oleh pengajar melalui soal dengan format pilihan ganda.

Bentuk tes PG (pilihan ganda) paling sering digunakan untuk mengukur kemampuan pebelajar karena dianggap lebih mudah, praktis dan efisien. Baik pengajar maupun pebelajar lebih menyukai bentuk tes pilihan ganda, karena memiliki "kelebihan" dibandingkan dengan bentuk lain seperti uraian/essay.

Bagi pengajar memberikan soal bentuk PG, lebih cepat dan efisien dalam mengkoreksi jawaban. Selain itu, para pengajar ini juga tidak perlu kesulitan untuk memahami jawaban pebelajar terkadang tidak sesuai dengan inti pertanyaannya. Belum lagi jika tulisan dari pebelajar tersebut agak sulit untuk dibaca, yang tentu membuat waktu untuk mengkoreksi makin panjang/lama.

Bagi pebelajar, soal PG lebih "diminati" bila dibandingkan soal uraian atau soal-soal mengenaianalisa kasus atau fenomena. Berdasarkan pengamatan penyaji sebagai pengajar, pebelajar menganggap bentuk soal pilihan ganda lebih memudahkan mereka untuk menjawab. Alasan lainnya ialah lebih efisien dan jawaban dapat diprediksi, sehingga jika tidak tahu jawabannya, mereka dapat menebak-

nebak dari pilihan yang sudah ada dan jika "beruntung" maka jawaban dapat benar/sesuai.

Ada beberapa pihak yang setuju karena praktis dan lebih efisien. Akan tetapi, tidak sedikit pula yang menyatakan bahwa soal PG menghambat kreativitas dan analisa berpikir pebelajar. Misalnya alur berpikir pebelajar sudah dikotakkan oleh pilihan A, B, C, D dan E. Namun tentu berbeda jika soal uraian atau analisa kasus, pebelajar diminta untuk mengeksplorasi jawaban dan bahkan mungkin nantinya mereka justru menemukan teori baru dari hasil pemikiran mereka. Hal ini tentu tidak didapat jika bentuk soal adalah pilihan ganda.

Selain itu, soal dalam bentuk analisa kasus atau fenomena, maka pebelajar akan diajak untuk berpikir *"out of the box"* atau diluar kebiasaan yang ada. Inilah yang menjadi ciri khas dari seseorang yang dikatakan kreatif dan inovatif yaitu mampu menciptakan suatu hal baru karena pemikirannya tidak terkotak pada pilihan yang sudah ada.

D. Jawaban secara Representasi Verbal

Soal uraian dan analisa kasus membuat pebelajar berpikir beberapa kali untuk menjawab atau menganalisa kasus tersebut. Selain harus memahami dulu pertanyaannya, jawaban yang ditulis juga harus terkait dengan soal yang ditanyakan.

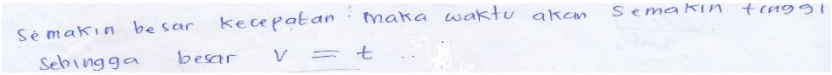
Interviewer : <*Memperlihatkan grafik*> Bisa anda jelaskan fenomena apa yang diwakili oleh grafik tersebut?

MFR4 : <*Menuliskan soal grafik*> dari A ke B kecepatan berbanding lurus dengan waktunya, sedangkan dari B ke C kecepatannya tetap yang bertambah waktunya.

Interviewer : Kira-kira dari A ke B dan B ke C itu menggunakan konsep apa?

MFR4 : Konsep percepatan {-}.

Berdasarkan transkrip di atas dapat dilihat lembar jawaban verbal responden MFS3 seperti pada gambar 5.8 di bawah ini:



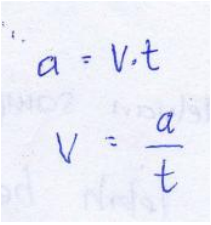
Gambar 5.8 Jawaban Verbal yang dibuat oleh MFS3

Berdasarkan transkrip jawaban,responden hanya menjelaskan dari A ke B kecepatan berbanding lurus dengan waktunya, sedangkan B ke C kecepatan tetap hanya bertambah waktunya. Pada gambar 5.9 responden hanya menuliskan semakin besar kecepatan maka akan semakin tinggi sehingga kecepatan sama dengan waktu. Berdasarkan uraian ini responden tidak mampu melakukan transformasi dari representasi grafik ke representasi verbal.

Interviewer : Dapatkah anda membuat perumusan matematis dari grafik tersebut

MFR4 : <*Sambil menuliskan rumus a = v.t*> begitu saja bu {-}.

Berdasarkan transkrip di atas dapat dilihat lembar jawaban matematis responden MFS3 seperti pada gambar 5.10 di bawah ini:



Gambar 5.10 Jawaban Matematis dibuat oleh MFS3

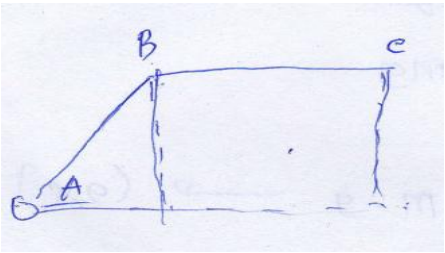
Responden juga tidak mampu mentransformasi representasi verbal ke representasi matematis dengan benar hanya lintasan A ke B menuliskan a = v.t. Pernyataan ini menunjukkan bahwa responden mengartikan percepatan sebagai kecepatan terhadap waktu. Pada penulisan matematisnya harus dituliskan a = v/t bukan a = v.t.

Pada gambar 5.10 di atas responden sudah mampu melakukan transformasi representasi diagram ke representasi verbal. Akan tetapi pada konsep yang digunakan responden masih kurang tepat. Responden cenderung menggunakan hubungan matematis pada jawaban verbal tanpa mempertimbangkan implikasi pernyataan tersebut. Seharusnya definisi dari percepatan adalah perubahan kecepatan (perubahan besar dan/atau arah kecepatan).

Percepatan konstan artinya arah kecepatan konstan tetapi besar kecepatan atau kelajuan berubah secara teratur. Sehingga adanya GLBB merupakan suatu jenis gerak di mana percepatan benda selalu konstan. Percepatan merupakan besaran vektor karenanya percepatan terdiri dari besar percepatan dan arah percepatan. Arah percepatan konstan = arah kecepatan konstan = arah perpindahan konstan = arah gerakan benda konstan = benda bergerak lurus. Besar percepatan konstan artinya besar kecepatan atau kelajuan bertambah secara teratur atau berkurang secara teratur.

Interviewer	:	Dapatkah anda menggunakan mengilus-trasikan dalam bentuk diagram dengan permasalahan yang ada di grafik?
MFR4	:	<*Menggambarkan sesuatu benda*> karena dilihat dari jarak tempuh bisa
Interviewer	:	juga dihitung luasnya dengan trapesium. Bisa dihitung luasnya dengan trapesium?
MFR4	:	<…> Saya lupa rumusnya bu

Berdasarkan transkrip di atas dapat dilihat diagram yang dibuat oleh responden MFS3 seperti pada gambar 5.11 di bawah ini:



Gambar 5.11 Diagram yang dibuat oleh MFS3

Dari gambar 5.11 menunjukkan responden belum mampu mentransformasikan dari representasi grafik ke representasi diagram. Jawaban responden MFS3 sama halnya dengan jawaban MFT2 yang menggambarkan diagram menyerupai grafik, hanya dalam hal ini responden MFS3 menggambarkanadalah lintasan yang ditempuh sebuah benda yang lintasan menyerupai trapesium. Responden ini dapat dikatakan belum mampu melakukan transformasi representasi eksternal, sehingga dikategorikan memiliki kemampuan yang sangat rendah, begitupun juga pada penyajian Harnawati (2012) memiliki kemampuan rendah.Temuan ini sesuai penyajian Meltzer (2005) bahwa kesulitan belajar akan timbul ketika responden tidak dapat memahami bentuk representasi beragam yang ditampilkan oleh pengajar.

BAB 6
HUKUM II NEWTON DALAM RE

A. Soal secara Representatif Matematik

Pada gambar 6.1 menunjukkan konsep Hukum II Newton pada bidang datar merupakan skor terendah daripada skor soal nomor lainnya. Pada soal ini belum familiar bagi responden. Soal ini meminta kepada responden untuk menjelaskan situasi fisis yang diwakili oleh persamaan yang terlihat pada gambar di bawah ini:

$$a = \frac{F \cos \alpha}{m}$$

Dapatkah anda jelaskan situasi fisis yang digambarkan oleh rumus tersebut.

Gambar 6.1 Soal Matematis Konteks Hukum II Newton Pada Bidang Datar

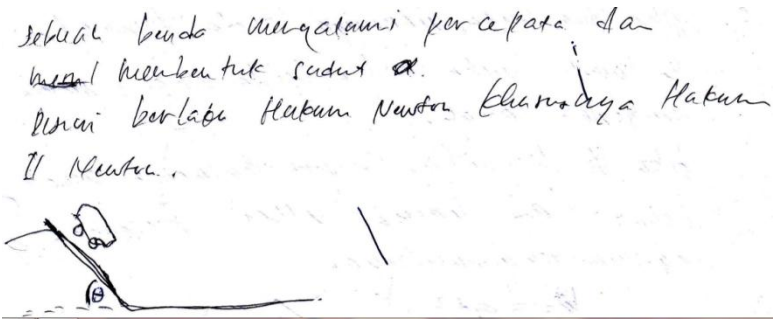
Pada dasarnya responden ketika melihat rumus-rumus dalam konteks ini (seperti pada gambar 4.12) dapat mengetahui fenomena adalah benda yang terletak pada bidang miring hal ini terlihat pada lembar jawaban MFT1, MFT3, MFS2, MFS3, MFS4, MFS5, MFS5, MFR5, MFR4, dan MFR1. Kesebelas responden tersebut beranggapan sama

bahwa perumusan tersebut sebagai fenomena benda pada bidang miring. Pada lembar jawaban MFR3 kalimatnya dapat dilihat sebagai berikut:

Interviewer	:	<*Menuliskan persamaan matematis*> Dapatkan anda jelaskan situasi fisis yang di gambarkan oleh rumus tersebut?
MFR3	:	Terjadi GLBB yang mengenai hukum II Newton.
Interviewer	:	Bisa anda jelaskan?
MFR3	:	Karena dipersamaan ini ada percepatan, ada gaya, [.....] ada massa cuma ada sudut yang terbentuk, karena adanya sudut maka adanya kemiringan, misalkan ada sebuah benda yang berada pada posisi miring, bisa saya gambarkan?
Interviewer	:	Iya coba anda gambarkan
MFR3	:	<*Sambil menggambar*> misalnya begini bu ada sebuah bola di gelindingkan akan meluncur kebawah <....> sehingga ada gaya yang membentuk sudut F cos α {-}.

B. Jawaban Secara Representasi Verbal dan Diagram

Berdasarkan transkrip di atas dapat dilihat jawaban verbal dan diagram yang dibuat oleh responden MFR3 seperti pada gambar 6.2 di bawah ini:



Gambar 6.2 Verbal dan Diagram yang dibuat oleh MFR3

Berdasarkan transkrip wawancara, responden tersebut beranggapan bahwa perumusan di atas merupakan fenomena dari benda yang terletak pada bidang miring. Ketika responden ditanya kenapa beranggapan begitu? Merekamenyatakan karena ada cos α menyatakan karena adanya sudut berarti adanya kemiringan. Kemudian responden ini mampu melakukan transformasi dari representasi matematis ke representasi verbal dan diagram (seperti pada gambar 6.2) ketika pewawancara memberikan soal matematis. Responden langsung mengartikan sebagai kejadian dari hukum II Newton pada bidang miring serta responden menggambarkan situasi dalam representasi diagram sebuah benda pada bidang miring.

Responden beranggapan situasi fisis dalam soal ini bidang miring dapat terbentuk sudut kemiringan karena adanya *cos* pada soal yang diberikan sehingga dapat terbentuk sudut kemiringan. Responden ini mampu mentrasnsformasikan representasi matematis ke representasi diagram walaupun pernyataan kurang tepat. Dalam hal ini

juga responden tidak terlalu mengerti mengenai pembuatan grafik berdasarkan fenomena apalagi mendeskripsikan fenomena tersebut kedalam grafik.

Permasalahan lainnya dihadapi responden yang menjawab sama pada konteks Hukum II Newton pada bidang datar yaitu menggambarkan arah gaya yang bekerja pada benda, penentuan letak sudut α letaknya, penentuan arah F cos α kearah, penulisan arah F, dan yang paling penting penentuan arah benda bergerak. Ketika sebagian besar responden beranggapan sebagai benda miring, responden kebingungan menentukan apakah bendanya ditarik ke atas atau didorong ke atas, atau meluncur kebawah. Sebagian besar tidak bermasalah mengenai simbol dalam perumusan walaupun hanya satu responden beranggapan "a" sebagai percepatan tangensial.

Temuan di atas sesuai pernyataan Ainsworth (1999) bahwa fungsi utama kedua dari multi representasi adalah untuk membantu pembelajar membangun pemahaman yang lebih baik terhadap suatu konsep dengan menggunakan satu representasi untuk membatasi interpretasi mereka terhadap representasi kedua. Walaupun sebagian besar responden beranggapan sebagai fenomena benda miring. Pada konteks ini, hanya satu responden yang mampu menjawab benar keseluruhannya yaitu responden MFT2, terlihat pada kalimat di bawah ini.

Interviewer : <*Menuliskan persamaan matematis*> Dapatkan anda jelaskan situasi fisis yang di gambarkan oleh rumus tersebut?

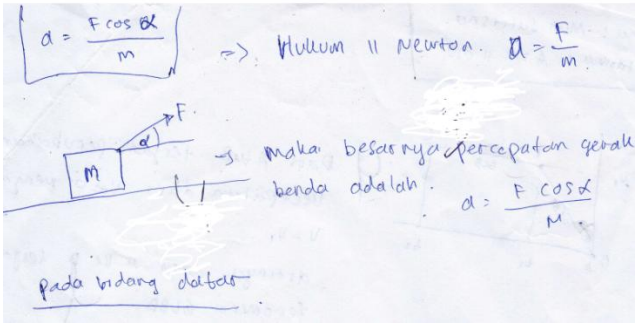
MFT2 : Konsep awalnya hukum II Newton dimana a = F/m <*sambil menuliskan rumus hukum II Newton*> untuk kasus ini dimisalkan ada sebuah benda yang bermassa m ditarik gaya F membentuk sudut alfa dari garis horizontal […] <*sambil menggambarkan*>, hal ini pada bidang datar.

Interviewer : Dimana anda bisa buktikan F cos α?

MFT2 : <*Sambil menggambar*> tergantung apakah balok itu di tarik atau didorong dengan gaya yang membentuk sudut α {-}.

C. Jawaban secara representatif Diagram dan Verbal

Berdasarkan transkrip di atas dapat dilihat jawaban diagram dan verbal yang dibuat oleh responden MFT2 seperti pada gambar 6.3 di bawah ini:



Gambar 6.3 Jawaban Diagram dan Verbal yang dibuat oleh MFT2

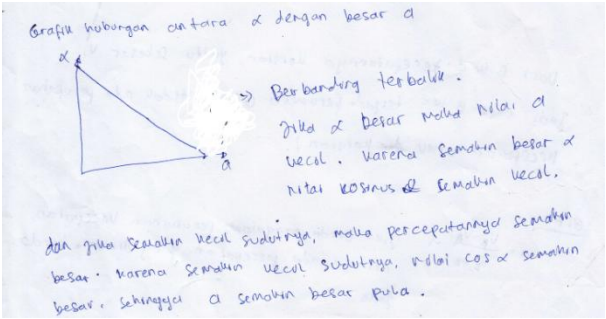
Berdasarkan gambar 6.3 menunjukkan bahwa responden ini mampu melakukan transformasi dari representasi matematis ke representasi verbal dan representasi diagram. Responden menyatakan sebagai konsep dari hukum II Newton yaitu percepatan berbanding terbalik dengan massa. Pada representasi diagram responden menjelaskan sebuah benda yang memiliki massa ditarik oleh gaya pada bidang horizontal yang membentukα. Responden juga mampu mentransformasikan representasi matematis ke representasi grafik yang menghubungkan percepatan dan α yang berbanding terbalik, responden menjelaskan jika semakin besar α maka percepatannya makin kecil. Karena semakin besar α maka nilai cosinusnya semakin kecil sudutnya maka semakin kecil percepatannya.

Interviewer : Bagaimana grafik yang melukiskan situasi fisik pada persamaan tersebut, misalkah hubungan percepatan dan alfa?

MFT2 : Misalkan hubungan percepatan dan alfa < ….> berbanding terbalik, karena semakin besar α nilai kosinus semakin kecil, dan jika semakin sudutnya, maka percepatannya semakin besar, semakin kecil sudutnya nilai cos α semakin besar, sehingga a semakin besar pula.

D. Jawaban secara representative Grafik

Berdasarkan transkrip di atas dapat dilihat grafik yang dibuat oleh responden MFT2 seperti pada gambar 6.4 di bawah ini:



Gambar 6.4 Grafik yang dibuat oleh MFT2

Pada gambar 6.4 menunjukkan grafik hubungan antara α dengan besarnya percepatan yaitu jika semakin kecil sudutnya makin besar percepatannya jadi menurut penyaji responden ini mampu mentransformasikan representasi verbal ke representasi grafik. Responden ini juga melihat pengaruh kosinus pada persamaan matematis dibandingkan responden lainnya. Responden lainnya tidak berpikiran bahwa nilai cos berpengaruh menentukan besarnya nilai percepatannya. Jadi menurut saya responden ini mampu melakukan transformasi semua representasi dengan format yang berbeda pada konsep hukum II Newton pada bidang datar.

Berdasarkan penyajian Harnawati (2012) responden MFS2 merupakan kategori responden berkemampuan rendah. Pada penyajian ini responden memperoleh nilai 45.8 yang dikategorikan sama dengan penyajian Harnawati. Responden ini mampu mentransformasikan representasi dengan baik mengenai konsep hukum III Newton kecuali mentransformasikan ke representasi grafik yang masih kurang tepat.

Pada responden MFR3 merupakan responden berkategori sangat rendah pada penyajian Harnawati. Sedangkan pada penyajian ini merupakanberkategori rendah dengan jumlah nilai 56,25, menunjukkan nilai MFR3 lebih tinggi dibandingkan MFS2. Berdasarkan transkrip wawancara MFR3 mampu mentransformasikan dari representasi yang satu kerepresentasi yang lainya.

Berdasarkan uraian di atas mengenai kemampuan responden dalam menyelesaikan soal berbentuk representasi matematis, penyaji berpendapat bahwa faktor penghambat menyelesaikan soal ini karena bentuk soal yang belum familiar bagi responden. Pendapat ini bermula dari sejak soal ini diujicobakan pada pengajar dan responden S2. Ada pengajar dan validator menyarankan pada soal nomor 2 untuk menekankan permintaan soal dan menuliskan keterangan simbol sehingga responden lebih terarah dalam menyelesaiakan soal.

Pada penulisan instrumen penyaji tidak menuliskan keterangan simbol dan tidak menekan permintaan soal secara tertulis. Ketika penyaji memberikan soal secara lisan serta mengarahkan responden terhadap permintaan soal hanya

tidak mengarahkan pada konsep mana yang penyaji inginkan. Penyaji hanya sekedar mengetahui kemampuan responden dalam mentransformasikan representasi matematis ke representasi lainnya. Karena soal ini asing bagi responden, mereka harus membangun atau merekonstruksi masalah representasi internalmereka untuk memecahkan masalah.

BAB 7
HUKUM III NEWTON

A. SOAL SECARA REPRESENTASI VERBAL

Pada gambar 7.1 menunjukkan konteks Hukum III Newton pada impuls yang merupakan skor tertinggi daripada skor soal nomor lainnya terlihat pada lampiran 12 perolehan skor. Pada soal ini sangat familiar bagi responden karena berbentuk representasi verbal sama halnya soal seperti pada umumnya. Soal ini meminta kepada responden untuk menggambarkan besar gaya yang dirasakan oleh kedua mobil tersebut. Pada dasarnya responden ketika mendengarkan fenomena pada soal yang diberikan, responden sudah mampu mengemukakan sebagai peristiwa dari hukum III Newton. Pada konteks ini juga, kebanyakan responden mampu mentransformasikan representasi eksternal.

Dua mobil berbeda massa misalkan sebuah mobil truk dan sebuah mobil sedan memiliki kelajuan yang sama bergerak pada jalur yang sama, tetapi berlawanan arah. Kemudian kedua mobil tersebut bertabrakan.Buat grafik yang menggambarkan besar gaya yang dirasakan oleh kedua mobil tersebut saat bertabrakan?

Gambar 7.1 Soal Verbal

Ketika dibacakan konteks ini pada saat wawancara berlangsung sebagian besar responden mampu membuat diagram mengenai fenomena tersebut. Ini menunjukkan sebagian besar responden mampu mentrasnformasikan representasi verbal ke representasi diagram. Pendapat ini diperkuat Rosengrant (2005) bahwa dari persamaan yang nampak dari kegiatan wawancara adalah pebelajar cenderung menggunakan representasi dalam bentuk gambar.

B. JAWABAN RESPONDEN SECARA DIAGRAM DAN GRAFIK

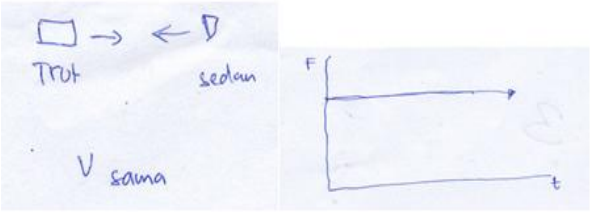
Kenyataannya sebagian besar responden juga tidak mampu mentransformasikan representasi verbal atau representasi diagram ke bentuk representasi grafik dalam konsep hukum III newton. Permasalahan ini terlihat pada transkrip wawancara dan lembar jawaban MFR5.

MFR5 : <*Menggambarkan terlebih dahulu kedua mobil sedan dan truk yang berlawanan arah*> saya bingung bu bagaimana membuat grafik.

Interviewer : Seperti grafik yang biasanya?

MFR5	:	<*Menggambarkan grafik*> grafiknya lurus saja bu terhadap waktu.
Interviewer	:	Mengapa grafiknya lurus?
MFR5	:	Karena waktu tidak berpengaruh, <……> oh iya bu kalau waktunya semakin besar gayanya semakin kecil.

Berdasarkan transkrip di atas dapat dilihat diagram dan verbal responden MFR5 seperti pada gambar 7.2 di bawah ini:



Gambar 7.2 Diagram dan Grafik yang dibuat oleh MFR5

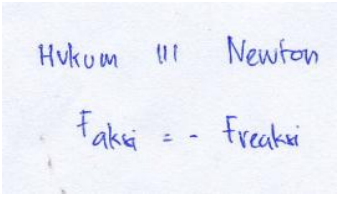
Dalam sesi wawancara, responden mampu mentrans-formasikan dari soal verbal langsung menggambar walaupun gambar hanya sebuah kotak-kotak tapi membedakan mobil truk dan mobil sedan serta menentukan kedua arahnya. Responden menggunakan diagram sebagai alat bantu untuk memudahkan menyelesaikan soal dan memahami maksud dari pernyataan soal.

Interviewer	:	Dari gambar dan grafik yang anda tuliskan, bisakah anda menyimpulkan konsep apa yang digunakan dan tuliskan persamaan matematisnya?

MFR5	:	Konsep hukum III Newton <*Sambil menuliskan rumus hukum III Newton*>
Interviewer	:	Mengapa ada menyatakan sebagai konsep dari hukum III Newton dari peristiwa di atas?
MFR5	:	Karena kedua gaya yang diberikan oleh kedua mobil tersebut sama besar.
Interviewer	:	Tidak dipengaruhi oleh massa kedua mobil tersebut?
MFR5	:	Tidak bu
Interviewer	:	Itu bisa anda menggambarkan hukum III Newton, bisa anda membuat grafiknya?
MFR5	:	Saya Kurang Tau Bu.

C. JAWABAN RESPONDEN SECARA MATEMATIS

Berdasarkan transkrip di atas dapat dilihat jawaban matematis yang dibuat oleh responden MFR5 yang menuliskan rumusan dari Hukum III Newton seperti pada gambar 7.3 di bawah ini:



Gambar 7.3 Jawaban Matematis yang dibuat oleh MFR5

Pada gambar 7.3 menunjukkan jawaban representasi matematis responden mampu mentransformasikan peristiwa tabrakan secara konsisten sebagai peristiwa dari hukum III Newton dan langsung menuliskan rumus dari hukum III

Newton tapi tidak lengkap karena tidak menggunakan vektor, kemungkinan responden tidak menganggap penting penggunaan vektor pada perumusan matematis.

Temuan di atas sesuai dengan pernyataan Melzter (2005) bahwa kesulitan spesifik yang dicatat ketika menggunakan representasi vektor dalam konteks hukum ketiga Newton. Banyak responden tampaknya tidak memiliki pemahaman tentang bagaimana menggunakan panah vektor untuk membedakan gaya yang bekerja pada suatu benda dari kekuatan yang diberikan oleh objek itu. Kesulitan yang tampaknya berbeda tercermin dari besar kecilnya jumlah responden yang memberikan jawaban benar terhadap pertanyaan lisan tidak setara untuk pertanyaan serupa dengan menggunakan diagram vektor.

Jawaban grafik dari responden berupa garis lurus antara gaya dan waktu tanpa menjelaskan maknanya dari hubungan tersebut. Pernyataan inimengemukakan responden tidak mampu menggambarkan pernyataan dari hukum III Newton dalam bentuk grafik, hal ini dapat dikatakan responden belum mampu melakukan transformasi representasi grafik.

Interviewer : <*Membacakan soal*> Dapatkan anda membuat sebuah grafik yang menggambarkan besar gaya yang dirasakan oleh rumus di samping?

MFS4 : <*Sambil menggambarkan kedua mobil yang berlawanan arah*>
Kalo menurut saya bu, konsep yang digunakan dalam peristiwa ini Hukum III Newton yaitu

gaya aksi sama dengan min gaya reaksi <*sambil menuliskan rumusnya*>, jadi menurut saya gaya sama kedua mobil tersebut cuma arahnya berlawanan, walaupun massa yangberbeda dengan kecepatan yang sama.

Interviewer : Dapatkah anda membuatkan grafiknya?

MFS4 : <*Menuliskan sumbu kordinat F terhadap t*> menurut saya besar gayanya sama bu

Interviewer : Iya kalo sama bisa buat grafiknya?

MFS4 : <S*ambil menuliskan grafiknya*> menurut saya bu jika t_1 sama besar dengan F_1 dan jika t_2 sama besar dengan F_2.

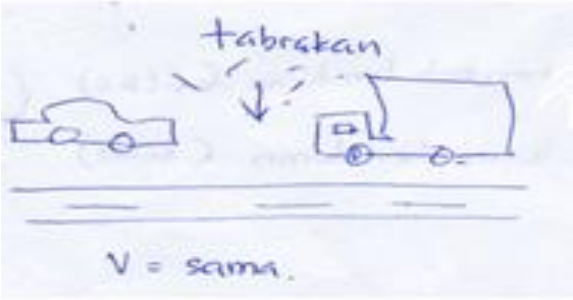
Interviewer : Iya mana yang menunjukkan gaya aksi dan gaya reaksi, atau gayanya mobil sedan dengan gayanya mobil truk?

MFS4 : Harus bikin dua sumbu kordinatnya bu?

Interviewer : Terserah de. Mengapa menggunakan garis putus-putus?

MFS4 : Itu hanya pemisalan bu <*melukiskan grafik pada besar gaya mobil truk*>, Kalo yang ini besar gayanya sedan <*sambil menunjukkan grafiknya*> dan yang ini besar gayanya truk <*sambil menunjuk grafik*> hal ini berarti gayanya sama besar bu {-}.

Berdasarkan transkrip di atas dapat dilihat diagram yang dibuat oleh responden MFS4 seperti pada gambar 7.4 di bawah ini:

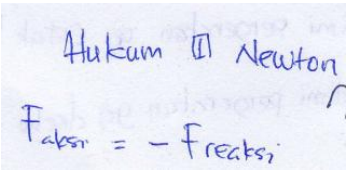


Gambar 7.4 Diagram yang dibuat oleh MFS4

Dalam sesi wawancara responden ini mampu melakukan transformasi dari verbal ke diagram. Ketika pewawancara membacakan soal dalam representasi verbal responden langsung menggambarkan peristiwa tabrakan antara kedua mobil tersebut. Berdasarkan gambar 7.4 responden mampu melakukan mentransformasi dari representasi diagram ke representasi matematis. Pernyataan ini diperoleh dari jawaban verbalnya bahwa kedua gaya mobil tersebut sama walaupun berbeda massa dan kelajuan sama, ini dikarenakan massa tidak mempengaruhi.

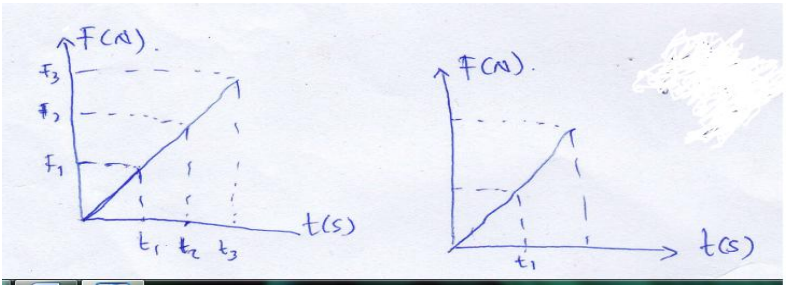
Responden selalu merujuk diagram sebagai panduan menuju solusi selama proses *problem solving.* Dari proses tersebut responden menggunakan representasi verbal untuk mengemukakan konsep yang terlibat untuk menyatakan hukum III Newton.Pernyataan ini mendukung penyajian Rosegrant,dkk (2005) bahwa pebelajar memiliki peluang untuk menyelesaikan soal dengan benar ketika mereka memasukkan representasi diagram sebagai bagian dari proses *problem solving*. Responden dalam kategori pertama

menampilkan langkah-langkah awal efektif yang dapat membantu mereka menuju solusi yang produktif. Penggunaan representasi eksternal melalui diagram untuk mengilustrasikan pengetahuan dan struktur pengetahuan dapat menfasilitasi pemrosesan kognitif yang kompleks selama *problem solving* (Vekiri, 2002).



Gambar 7.5 Jawaban Matematis yang dibuat oleh MFS4

Pada gambar 7.5 menunjukkan jawaban representasi matematis responden ini sama jawaban dengan responden MFR5 yaitu mampu mentransformasikan peristiwa tabrakan secara konsisten sebagai peristiwa dari hukum III Newton. Responden juga langsung menuliskan rumus dari hukum III Newton tapi tidak lengkap karena tidak menggunakan vektor. Kemungkinan responden tidak menganggap penting penggunaan vektor pada perumusan matematis.



Gambar 7.6 Grafik yang dibuat oleh MFS4

Pada konteks ini responden MFS4 sudah paham dengan kejadian-kejadian yang berlaku pada hukum III Newton, namun responden ini belum mampu mentransformasikan hukum III Newton kedalam representasi grafik. Dari gambar 7.6 grafik yang dibuat MFS4 menuliskan besar gaya kedua mobil tersebut membuat dua sumbu kordinat, serta memisahkan antara gaya mobil sedan dan gaya mobil truk walaupun responden mampu membuatkan pernyataan bahwa besar kedua gaya mobil tersebut sama.Pada lembar jawaban MFS5 yang sangat bertolak belakang dengan jawaban kedua responden di atas, seperti pada transkrip dan lembar jawaban terlihat di bawah ini.

Interviewer : <*Membacakan soal*> Dapatkan anda membuat sebuah grafik yang menggam-barkan besar gaya yang dirasakan oleh rumus di samping?

MFS5 : <M*enggambarkan sumbu kordinat terlebih dahulu, kemudian responden menggam-barkan di tempat lain sebuah mobil truk sebagai mobil A dan mobil sedan sebagai mobil B yang berlawanan arah serta menuliskan komponen-komponennya*> garis putus-putus ini melukiskan besar gaya mobil A serta garis yang tidak putus-putus menunjukkan besar gaya mobil B dalam waktu t_1 dan t_2<*sambil melukiskan di grafik*>, [….] hal itu menunjukkan besar gaya mobil B lebih besar daripada gaya mobil A pada saat bertumbukan{?}.

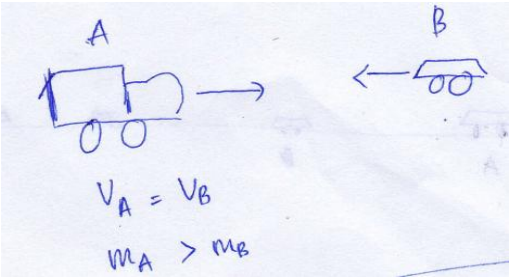
Interviewer : Mengapa ada dua waktunya yang anda tuliskan?

MFS5 : Karena waktu sebelum tabrakan dan sesudah tabrakan.

Interviewer : Mengapa gaya mobil B lebih besarnya gayanya daripada mobil
benda A.

MFS5 : Karena mobil B bermassa lebih kecil daripada mobil A yang memiliki massa yang lebih besar.

Berdasarkan transkrip di atas dapat dilihat diagram yang dibuat oleh responden MFS5 seperti pada gambar 7.7 di bawah ini:

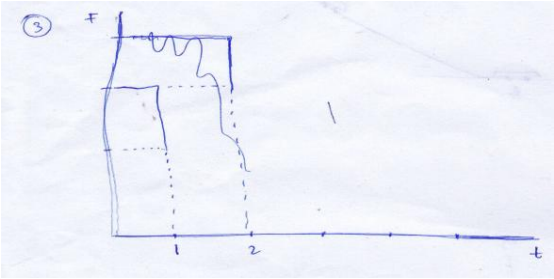


Gambar 7.7 Diagram yang dibuat oleh MFS5

Dari gambar 7.7 menunjukkan MFS5 cenderung merujuk pada ukuran benda atau gabungan antara massa sebagai penentu besarnya gaya yang diterima atau diberikan. Dalam hal ini responden menekankan pada dampak peristiwa tabrakan antara mobil truk dan mobil sedan maka gaya yang paling besar saat bertabrakan adalah mobil yang mengalami kerusakan paling parah, penyebabnya karena mobil sedan memiliki massa yang lebih kecil dari massa mobil truk.

Temuan di atas sama dengan hasil penyajian Mansyur (2009) bahwa “kerusakan identik gaya”, secara konseptual

bahwa gaya dapat menyebabkan perubahan pada obyek, baik terhadap keadaan gerak maupun terhadap bentuk, tetapi gaya tidak sama dengan apa yang ditimbulkannya. Penggunaan yang kurang tepat diduga karena responden tidak memahami keberlakuan hukum III newton untuk kasus gaya Impuls.



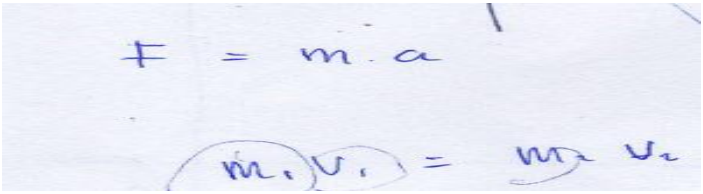
Gambar 7.8 Grafik yang dibuat oleh MFS5

Pada gambar 7.8 menunjukkan grafik yang dibuat responden menggambarkan gaya mobil sedan lebih kecil dari mobil truk. Responden menuliskan mobil sedan menggunakan garis putus-putus sedangkan mobil truk menggunakan garis tebal dan menggunakan dua waktu yaitu waktu sebelum tabrakan dan waktu sesudah tabrakan. Pernyataan ini menunjukkan responden tidak mampu menjelaskan hubungan antara gaya dan waktu pada kedua mobil tersebut. Kemungkinan responden tidak mampu mentransformasikan suatu peristiwa kedalam bentuk grafik.

Interviewer	:	Dari gambar dan grafik yang anda tuliskan, bisakah anda menuliskan persamaan matematisnya?
MFS5	:	<*Menuliskan hukum II Newton F = m.a*>

Interviewer	:	Ini persamaan matematisnya <*sambil menunjukkan tulisan responden*> kira-kira konsep apa yang digunakan?
MFS5	:	Konsep tumbukan bu
Interviewer	:	Oh… jadi begitu perumusan matematisnya konsep tumbukan
MFS5	:	Tidak bu, <*sambil menuliskan persamaan hukum kekekalan Momentum*>.

Berdasarkan transkrip di atas dapat dilihat jawaban matematis yang dibuat oleh responden MFS5 seperti pada gambar 7.9 di bawah ini:



Gambar 7.9 Jawaban Matematis yang dibuat olehMFS5

Merujuk gambar 7.9 jawaban matematis yang dibuat oleh responden tergali informasi bahwa responden menggunakan hukum II Newton $F = m.a$ serta menggunakan konsep tumbukan, untuk menjabarkan rumusan hukum II Newton menjadi konsep momentum responden tidak mampu menjabarkan. Dalam permasalahan ini responden terbentur dengan pernyataan suatu peristiwa yang menyatakan memiliki massa yang berbeda dan kelajuan yang sama sehingga responden langsung merumuskan $m_1.v_1 = m_2.v_2$. Penyebab responden beranggapan peristiwa tabrakan

tersebut massa sangat berpengaruh terhadap gaya yang terbentuk pada kedua mobil. Dalam hal ini responden tidak menggunakan representasi diagram untuk menyelesaikan persamaan matematis.

Pada konteks ini sebagian besar responden mampu melakukan transformasi representasi eksternal. Representasi eksternal dapat membantu peserta didik menguraikan pernyataan masalah, menghambat kerja kognitif yang tidak perlu dan menciptakan solusi yang mungkin. Pendapat ini juga diperkuat oleh Lopez (2007) bahwa menggunakan beberapa representasi ketika memecahkan masalah mungkin menguntungkan, karena format representasional dapat mempengaruhi prestasi responden dan penggunaan strategi pembelajaran representasional dapat menyebabkan perbaikan substansial dalam pemecahan masalah.

Kategori responden MFS4 pada penyajian Harnawati (2012) dan merupakan responden memiliki kemampuan rendah, tetapi pada penyajian ini resonden memiliki kemampuan sedang. Responden lainnya MFR5 yang merupakan berkategori sangat rendah pada penyajian Harnawati(2012), sedangkan pada penyajian ini responden merupakan berkategori rendah. Hal ini dilihat dari skor yang diperoleh pada tabel menunjukkan nilai 50. Pada penyajian ini dan penyajian Harnawati (2012) responden MFS5 memiliki kemampuan transformasi representasi eksternal berkategori rendah dengan memperoleh nilai 37.5. Pada penyajian Harnawati (2012) konsep tabrakan urutan unjuk kerja responden format verbal lebih tinggi diikuti oleh format diagram dan format grafik.

Pada uraian di atas penyaji membandingkan ketiga responden ini, menggunakan representasi eksternal pada konsep tabrakan dipenyajian Harnawati (2012). Jawaban responden MFS5 pada penyajian Harnawati pada konsep tabrakan menunjukkan bahwa massa sangat berpengaruh sehingga mobil yang memiliki massa lebih kecil akan merasakan gaya yang paling besar dibandingkan mobil yang memiliki massa lebih besar.

Pada penyajian ini responden menyatakan bahwa mobil B sebagai mobil sedan memiliki gaya yang lebih besar dibanding mobil A yaitu mobil truk karena mobil B memiliki massa yang lebih kecil dibanding massa mobil A. Responden mengidentikkan bahwa mobil truk sebagai mobil A memiliki massa lebih besar karena dilihat dari ukuran dan kapasitas mobil dibandingkan mobil sedan yang memiliki massa yang lebih kecil. Responden ini konsisten pada konsep tabrakan bahwa massa sangat mempengaruhi besarnya gaya pada saat tabrakan.

Responden MFS4 menggunakan representasi diagram sebagai alat bantu menyelesaikan soal. Terlihat dari transkrip wawancara penyajian Harnawati (2012) diperoleh informasi bahwa responden ini lebih mudah mengerjakan soal menggunakan format diagram. Pernyataan ini menunjukkan responden selalu merujuk representasi diagram dalam mentransformasikan ke representasi lainnya.

Jawaban responden mengenai konsep tabrakan pada penelitan Harnawati (2012) menyatakan bahwa sebagai konsep hukum III newton, dilihat dari kutipan transkrip wawancara pada penyajian Harnawati (2012) "*kalau dilihat*

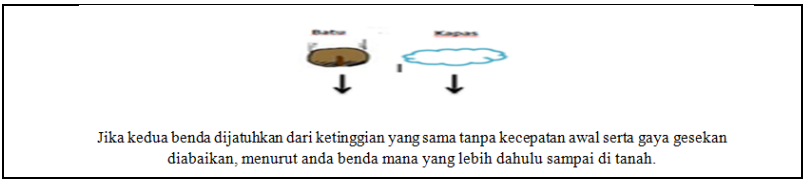
dari hukum III Newton gayanya akan sama tapi kalau dilihat dari massanya otomatis mobil A akan terlempar karena massanya lebih kecil. Sedangkan mobil B yang massanya lebih besar tidak terlalu jauh terlempar". Dibandingkan dengan penyajian ini pada konsep hukum III Newton pada gaya Impuls responden sudah memahami benar bahwa fenomena tabrakan pada soal nomor 3 adalah konsep dari hukum III Newton.

Pada responden MFR5 yang berkategori sangat rendah pada penyajian Harnawati. Dilihat dari transkrip wawancara tidak dibahas pada konsep tabrakan pada penyajian Harnawati (2012) sehingga penyaji tidak dapat membandingkan pada fenomena yang sama.Jika dilihat dari unjuk kerjanya responden ini memiliki skor di format verbal dibanding format lainnya. Akan tetapi jika dilihat dari pemahaman konsepnya mengenai hukum III Newton pada konsepnya lainnya responden kurang memahami aplikasi dari hukum III Newton pada konteks lainnya dipenyajian Harnawati (2012).

BAB 8
GERAK JATUH BEBAS

A. Soal Diagram

Pada soal gambar di bawah ini meminta responden mendeskripsikan ketika kedua benda yang berbeda jenisnya dijatuhkan dari ketinggian yang sama tanpa kecepatan awal serta gaya gesekan di abaikan. Untuk kasus benda jatuh bebas sebanyak 75% merujuk bahwa benda yang lebih dahulu sampai adalah benda yang memiliki massa yang lebih besar, karena massa yang lebih besar maka gaya gravitasinya pun lebih besar.



Gambar 8.1 Soal Diagram Pada Konteks Gerak Jatuh Bebas

Pada soal diagram yang menunjukkan jawaban verbal responden hanya terdiri dari dua skor 75% responden mendapat nilai rendah, karena menjawab massa batu yang lebih besar akan lebih dahulu sampai ditanah, tanpa adanya kecepatan awal serta ada pula yang menjawab karena

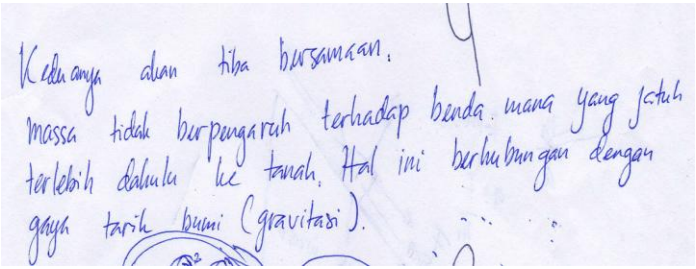
tergantung dari luas penampang benda. Sebanyak 25% responden yang mendapat nilai tertinggi, karena menjawab kedua benda jatuh bersamaan karena tidak dipengaruhi massa. Hanya responden MFT2, MFR1 dan MFR3 yang menjawab benar, sedangkan MFT1, MFT3, MFS5, MFS2, MFS3, MFS5, MFR6, MFR4, dan MFR5.

B. Jawaban Responden Secara Verbal

Pada transkrip wawancara MFR1 sebagai berikut:

Interviewer	:	<*Mensimulasikan sebuah benda kapas dan batu yang dijatuhkandari ketinggian yang sama sambil memperlihatkan gambar kepada responden*> Jika kedua benda yang dijatuhkan dari ketinggian yang sama tanpa kecepatan awal serta gaya gesekandi abaikan, menurut anda benda mana yang lebih dahulu sampai ketanah?
MFR1	:	<*Sambil menggambar soal*>, ini sama massanya atau berbeda massanya?
Interviewer	:	Menurut anda bagaimana, kalau berbeda massa bagaimana?
MFR1	:	Keduanya akan tiba bersamaan, [....] karena massa tidak berpengaruhi terhadap benda mana yang jatuh terlebih dahulu ke tanah.
Interviewer	:	Konsep apa yang digunakan jika keduanya jatuh bersamaan?
MFR1	:	Gaya gravitasi {-}.

Berdasarkan transkrip di atas dapat dilihat lembar jawaban verbal responden MFR1 seperti pada gambar 8.2 di bawah ini:



Gambar 8.2 Jawaban Verbal yang dibuat oleh MFR1

Pada gambar 8.2 menunjukkan bahwa kedua benda yang dijatuhkan secara bersamaan pada ketinggian yang sama. Responden mampu menjawab dalam format representasi verbal dengan benar bahwa keduanya akan jatuh bersamaan. Hal itu terlihat pada soal tanpa kecepatan awal dan gaya gesekan diabaikan sehingga massa tidak diperhitungkan. Namun responden mampu menggemukakan peristiwa di atas sebagai peristiwa gerak jatuh bebas. Berarti responden mampu mentransformasikan representasi diagram ke representasi verbal.

Interviewer : <*Mensimulasikan sebuah benda kapas dan batu yang dijatuhkan dari ketinggian yang sama sambil memperlihatkan gambar kepada responden*> Jika kedua benda yang dijatuhkan dari ketinggian yang sama tanpa kecepatan awal serta gaya gesekan di abaikan, menurut anda benda mana yang lebih dulu sampai ketanah?

MFS5 : <*Sambil menggambar soal*> ini sama massanya atau berbeda massanya?

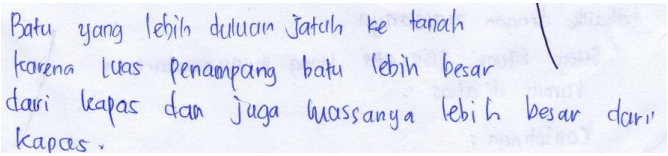
Interviewer : Menurut anda bagaimana?

MFS5 : Kalau menurut saya berbeda massa, katakan massa batu bernilai 2 kg dan massa kapas 1 kg karena batu memiliki massa yang lebih besar, sehingga batu yang lebih cepat sampai ditanah.

Interviewer : Kira-kira konsep apa yang digunakan jika batu lebih cepat sampai di tanah?

MFS5 : Karena massa batu yang lebih besar maka batu lebih cepat sampai di tanah <…> konsepnya gaya berat <*sambil menulis persamaan matematis gaya berat*> sehingga massa yang mempengaruhi.

Berdasarkan transkrip di atas dapat dilihat lembar jawaban verbal yang dibuat oleh responden MFS5 seperti pada gambar 8.3 di bawah ini:



Gambar 8.3 Jawaban Verbal yang dibuat oleh MFS5

Pada gambar 8.3 menunjukkan responden cenderung merujuk pada ukuran benda atau massa benda. Ketika kedua benda dijatuhkan secara bersamaan dengan ketinggian yang sama jawaban responden jika batu memiliki massa yang lebih

besar maka akan lebih cepat sampai di tanah. Responden menggunakan konsep yang digunakan gaya berat yaitu gravitasi sangat mempengaruhi dan langsung menuliskannya persamaanya.

Jika sebuah benda dijatuhkan dari suatu ketinggian tertentu, maka kecepatannya makin lama makin besar **(memiliki percepatan yang konstan**) yang diakibatkan pengaruh gravitasi bumi. Percepatan yang dialami benda sama dengan percepatan gravitasi bumi yaitu **g** yang besarnya 9,8 m/s^2 atau jika dibulatkan 10 m/s^2. Gerak vertikal seperti ini disebut **gerak jatuh bebas**.

Konteks gerak jatuh bebas merupakan GLBB yaitu percepatan gravitasi bumi **g**. Gerak benda bebas hanya dipengaruhi oleh dua faktor yaitu h = ketinggian dan g = percepatan gravitasi bumi. Jadi berat dari besaran-besaran lain tidak mempengaruhi waktu jatuh. Artinya meskipun berbeda beratnya, dua benda yang jatuh dari ketinggian yang sama di tempat yang sama akan jatuh dalam waktu yang bersamaan.

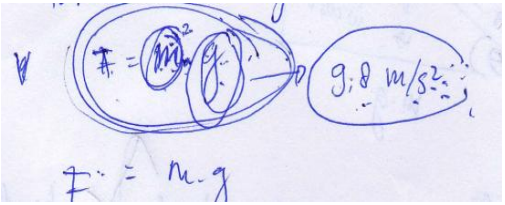
C. Jawaban Responden secara Matematik

Pada kehidupan kita sehari-hari mungkin kejadiannya lain. Benda yang berbeda beratnya, akan jatuh dalam waktu yang tidak bersamaan. Hal ini dapat terjadi karena adanya gesekan udara. Tetapi pada konteks ini karena gesekan udara diabaikan, maka gerak kedua batu memenuhi persamaan waktu jatuh gerak jatuh bebas. Responden ini menggangap bahwa batu yang memiliki massa yang lebih berat daripada kapas sehingga pada jawaban matematis menuliskan rumus

gaya gravitasi yang terlihat pada transkrip wawancara dibawah ini:

Interviewer	:	Kalau memang konsepnya gaya gravitasi, bisakah anda menjelaskan persamaan matematis dari gambar tersebut?
MFR1	:	<*Menulis rumus gaya gravitasi*> Kayaknya begini.
Interviewer	:	Disini anda tuliskan gaya sama dengan massa kali gravitasi, berarti massa
MFR1	:	mempengaruhi? Ada memang beberapa situasi tidak harus dikondisikan [….] dengan formula yang ada, jadi pada intinya massa tidak mempengaruhi karena gravitasi merupakan ketetapan 9,8 m/s2, misalnya massa batu = 2 kg atau jika batu memiliki massa yang lebih besar dari kapas maka batu lebih cepat sampai di tanah,
Interviewer	:	tetapi pada kenyataan kedua benda itu jatuh bersamaan karena dipengaruhi gravitasinya sehingga massa diabaikan.
MFR1	:	Berarti dalam hal ini ketinggian tidak mempengaruhi? Saya tidak tahu bu, masalahnya dari SMA saya cuma diajarkan formula ini untuk konsep benda dilemparkan dari atas.

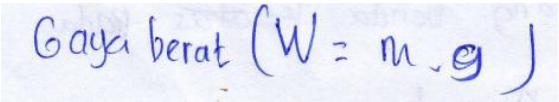
Berdasarkan transkrip di atas dapat dilihat jawaban matematis yang dibuat oleh responden MFR1 seperti pada gambar 8.4 di bawah ini:



Gambar 8.4 Jawaban Matematis yang dibuat oleh MFR1

Berdasarkan transkrip wawancara responden mampu mentransformasikan representasi diagram ke representasi matematis. Walaupun jawaban pada representasi matematis kurang tepat yaitu responden menuliskan $F = m.g$ (terlihat pada gambar 8.4) Peristiwa ini menurut responden bahwa yang sangat berpengaruh gaya gravitasi dan kecepatan, tetapi responden tidak memperhitungkan ketinggian benda.

Kecenderungan responden dalam menyelesaikan soal dalam hitungan atau pembuktian rumus secara matematis. Seakan-akan bila tidak melalui hitungan atau pembuktian rumus secara matematis, itu bukan fisika. Responden cenderung melakukan perhitungan atau membuktikan rumus secara matematis. Hal ini juga dialami oleh responden MFS5 yang mengganggap peristiwa di atas sangat dipengaruhi oleh gravitasi dan massa. Sehingga menuliskan jawaban representasi matematik sebagai gaya berat, dapat dilihat pada gambar 7.5 di bawah ini:



Gambar 8.5 Jawaban Matematis yang dibuat oleh MFS5

Berdasarkan transkrip wawancara dan gambar 8.5 MFS5 mampu mentransformasikan representasi diagram ke representasi verbal dan representasi matematis. Walaupun jawaban pada representasi matematis kurang tepat yaitu responden menuliskan W = *m.g*. Karena menurut responden bahwa dari peristiwa di atas yang sangat berpengaruh gaya gravitasi dan massa. Responden merujuk peristiwa diatas sebagai gerak parabola adalah gerak yang membentuk sudut tertentu terhadap bidang horizontal. Pada gerak parabola, gaya gesekan diabaikan, dan gaya yang bekerja hanya gaya berat/percepatan gravitasi

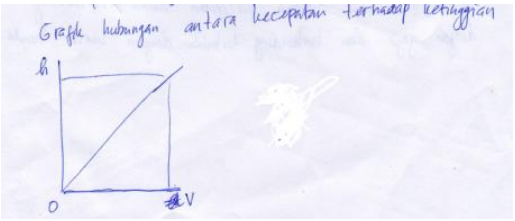
Temuan diatas memperkuat pendapat Lindefield (2000) yang menyatakan bahwa pengajar terlalu banyak menghabiskan waktu untuk masalah matematika. Hasilnya memang pembelajar cenderung mudah dalam menyelesaikan soal - soal yang berhubungan dengan persamaan-persamaan matematik. Sehingga pembelajar terjebak pada kebiasaan menghafal rumus-rumus fisika berbentuk persamaan matematik daripada memahami maknanya secara fisis.

D. Jawaban Responden secara Grafik

Interviewer : Dapatkan anda membuat grafik dari peristiwa tersebut misalnya hubungan antara kecepatan dan ketinggian?

MFR1 : <*Melukiskan sumbu kordinat antara v dan h*> menurut saya semakin besar ketinggi-annya semakin besar kecepatannya.

Berdasarkan transkrip di atas dapat dilihat grafik yang dibuat oleh responden MFR1 seperti pada gambar 8.6 di bawah ini:



Gambar 8.6 Grafik yang dibuat oleh MFR1

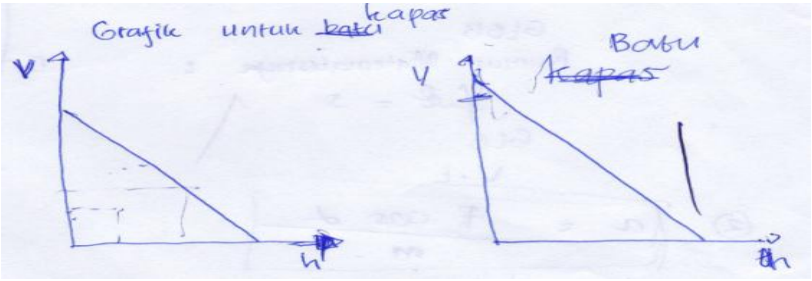
Pada gambar 8.6 MFR1 mampu mentransformasikan dari representasi matematis ke representasi grafik. Responden mengemukakan bahwa hubungan ketinggian dan kecepatan berbanding lurus yaitu semakin besar kecepatannya maka semakin besar ketinggiannya. Kemungkinanresponden terbiasa menggunakan grafik yang berbanding lurus tanpa tahu memaknainya. Sedangkan jawaban grafik pada responden MFS5 seperti terlihat dibawah ini. Berikut ini kalimatnya, dapat dilihat sebagai berikut:

Interviewer : Dapatkan anda membuat grafik dari peristiwa tersebut misalnya hubungan antara kecepatan dan ketinggian?

MFS5 <*Melukiskan sumbu kordinat antara v dan h untuk kapasdan batu*> menurut saya berbanding terbalik grafiknya karena semakin cepat kecepatan suatu benda maka semakin rendah ketinggiannya, karena dipengaruhi gaya gravitasi sehingga batu semakin dekat dengan tanah semakin berkurang ketinggiannya. Sehingga grafik kapas dan batu

berbeda, batu lebih besar kecepatanya sedangkan kapas lebih kecil kecepatannya karena dipengaruhi massa{-}.

Berdasarkan transkrip di atas dapat dilihat lembar jawaban verbal responden MFS5 seperti pada gambar 8.7 di bawah ini:



Gambar 8.7 Grafik yang dibuat oleh MFS5

Pada gambar 8.7 menunjukkan MFS5 mampu mentransformasikan representasi diagram ke representasi grafik walaupun kurang tepat. Responden ini membuat dua sumbu kordinat pada grafik yang menunjukkan hubungan ketinggian dan kecepatan antara kapas dan batu yang menunjukkan berbanding terbalik. Tetapi responden hanya menjelaskan karena semakin cepat kecepatan suatu benda maka semakin rendah ketinggiannya. Pengaruhi gaya gravitasi sehingga batu semakin dekat dengan tanah semakin berkurang ketinggiannya. Sehingga grafik kapas dan batu berbeda, batu lebih besar kecepatannya sedangkan kapas lebih kecil kecepatannya karena dipengaruhi massa.

Hubungan kecepatan dan ketinggian pada gambar 8.7 menunjukkan ketinggian berbanding lurus dengan percepatan gravitasi, semakin tinggi kedudukan batu

terhadap permukaan tanah, semakin besar kecepatan batu tersebut saat hendak menyentuh permukaan tanah. Dengan demikian, percepatan benda jatuh bebas bergantung pada ketinggian atau kedudukan benda terhadap permukaan tanah. Di samping itu, percepatan atau pertambahan kecepatan benda saat jatuh bebas bergantung juga pada lamanya waktu. Ketinggian berbanding lurus dengan waktu, benda yang kedudukannya lebih tinggi terhadap permukaan tanah akan memerlukan waktu lebih lama untuk sampai pada permukaan tanah dibandingkan dengan benda yang kedudukannya lebih rendah. Dalam hal ini, massa tidak mempengaruhi kecepatan jatuh benda dalam kondisi ruang hampa udara.

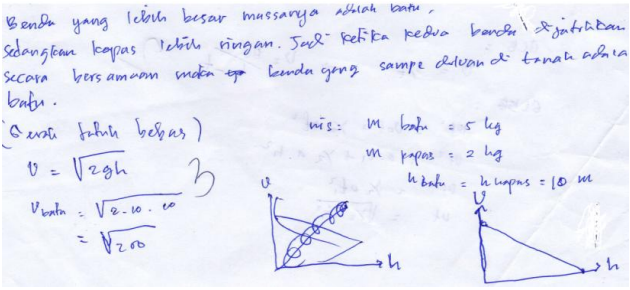
Kedua responden MFR1 dan MFS5 pada penyajian Harnawati (2012), MFS5 merupakan responden memiliki kemampuan berkategori rendah. Pada penyajian ini MFS5 memiliki kemampuan mentransformasi berkategori rendah juga. MFR1 merupakan responden yang memiliki kemampuan berkategori sangat rendah tetapi pada penyajian ini merupakan responden yang memiliki kemampuan mentransformasikan representasi berkategori sedang. Kemungkinan besar responden MFR1 lebih mudah menyelesaikan soal jika pada saat pemberian soal diberikan arahan maksud dari soal tersebut dan pertanyaan-pertanyaan yang mengarah penyelesaiannya. Kemudian penyaji membandingkan jawaban dari MFT1 yang dapat dilihat pada transkrip di bawah ini.

Interviewer	:	<*Mensimulasikan sebuah benda kapas dan batu yang dijatuhkan dari ketinggian yang sama sambil memperlihatkan gambar kepada responden*> Jika kedua benda yang dijatuhkan dari ketinggian yang sama tanpa kecepatan awal serta gaya gesekan di abaikan, menurut anda benda mana yang lebih dahulu sampai ketanah?
MFT1	:	Kalau berbeda massa bu, batu yang lebih cepat sampai karena batu memiliki massa yang lebih besar dibanding kapas.
Interviewer	:	Kalau bersamaan konsep apa yang digunakan dalam peristiwa ini?
MFT1	:	Gerak jatuh bebas.
Interviewer	:	Kalau memang konsepnya gerak jatuh bebas, bisakah anda menjelaskan persamaan matematis dari gambar tersebut?
MFT3	:	<*Menulis rumus…..*> Kayaknya begini.
Interviewer	:	Bisa anda selesaikan dari peristiwa di atas dengan menggunakan rumus tersebut?
MFT3	:	Massanya tidak diketahui bu.
Interviewer	:	Terserah tuliskan nilainya berapa.
MFT3	:	<*Sambil menulis*>
Interviewer	:	Disitu anda menuliskan massa kedua
MFT3	:	benda tersebut mengapa anda tidak menggunakan massa dalam perhitungan anda? <…..> tidak tahu bu.
Interviewer	:	Dapatkan anda membuat grafik dari

peristiwa tersebut misalnya hubungan antara kecepatan dan ketinggian?

MFT3 : <*Melukiskan sumbu kordinat antara v dan h*> menurut saya bu berbanding terbalik karena semakin besar ketinggiannya semakin kecil kecepatannya {-}.

Berdasarkan transkrip di atas dapat dilihat jawaban yang dibuat oleh responden MFT1 seperti pada gambar 8.8 di bawah ini:



Gambar 8.8 Jawaban verbal, matematis dan grafik yang dibuat oleh MFT1

Gambar 8.8 menunjukkan jawaban verbal MFT1 cenderung merujuk pada ukuran benda atau massa benda. Ketika kedua benda dijatuhkan secara bersamaan dengan ketinggian yang sama jawaban responden merujuk gambar 8.7 massa benda yang lebih besar maka akan lebih cepat sampai ditanah, tetapi responden memahami konsep yang digunakan gerak jatuh bebas serta menuliskan perumusan matematisnya.

Pernyataan di atas menunjukkan MFT1 mampu mentransformasikan representasi diagram ke representasi verbal walaupun konsepnya kurang tepat begitupula pada jawaban representasi matematis. Responden ini juga mampu mentransformasikan representasi diagram ke representasi grafik. Dalam hal ini responden ini membuat grafik yang menunjukkan hubungan ketinggian dan kecepatan berbanding terbalik serta menjelaskan hubungan ketinggian dengan kecepatan berdasarkan pernyataan yang responden jelaskan. MFT1 dapat dikatakan sudah mampu melakukan transformasi representasi diagram ke representasi lainnya.

Pada uraian di atas sesuai pendapat Kohl, dkk (2006) yang menyatakan unjuk kerja responden pada masalah-masalah fisika tergantung pada masalah representasi, tetapi ketergantungannya kompleks. Kombinasi tertentu dari representasi, topik, dan pengalaman responden dapat mengakibatkan banyak perbedaan dalam unjuk kerja, seringkali menjadi akibat dari pilihan strategi yang berbeda. Penemuan ini menyarankan bahwa sangat sulit untuk menyimpulkan apakah para responden memahami sebuah konsep berdasarkan penilaian yang ditampilkan hanya dalam satu representasi dari konsep itu atau tidak.

Rangkuman

Konteks kinematika gerak lurus, responden lebih mampu melakukan transformasi dari format grafik ke format diagram. Sedangkan pada konteks Hukum II Newton pada bidang datar, responden lebih mampu melakukan

transformasi dari format matematis ke format grafik. Pada konteks hukum Newton III pada Impuls responden lebih mampu melakukan transformasi dari format verbal ke format diagram. Konteks gerak jatuh bebas responden lebih mampu melakukan transformasi dari format diagram ke format matematis. Jadi format representasi soal mempengaruhi responden dalam menyelesaikan soal tersebut.

BAB 9
KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan penyajian dikemukakan kesimpulan yaitu:

a. Kemampuan responden dalam melakukan transformasi representasieksternal dalam mengerjakan soal fisika masih dalam kategori rendah.
b. Terdapat kebergantungan kemampuan melakukan transformasi terhadap representasi awal ke representasi target dalam konteks yang latarbelakangi sistem representasi tersebut.

B. Saran

Berdasarkan dari temuan fenomena dalam penyajian maka dengan ini disarankan hal-hal sebagai berikut:

a. Perlu sosialisasi dan pengenalan soal fisika dengan berbagai format representasi di kalangan guru danpeserta didiknya agar dalam mengerjakan soal dengan berbagai format representasi ini dapat menjadi salah satu tipe soal

yang sering dilatihkan pada peserta didik sehingga peserta didik tidak selalu lebih mampu menyelesaikan soal fisika dengan cara matematis.

b. Perlu dilakukan penyajian lebih luas dengan menggunakan metode eksperimen untuk dapat meningkatkan kemampuan representasi verbal, grafik, diagram, dan matematis pada responden calon guru fisika.
c. Dibutuhkan penyajian yang lebih lanjut tentang analisis kemampuan representasi matematis dengan menginterprestasikan fenomena dengan berbagai bentuk baik secara visual, simbolik dan verbal.

DAFTAR PUSTAKA

Abdurrahman dan Liliasari, 2010. Multiple Representations Skills and Its Influenced toward Students' Critical Thinking Disposition using a Virtual Laboratory Activity. *Proceeding of The 4th International Seminar on Science Education.* October 30th, 2010. UPI Bandung.

Ainsworth. 1999. The Functions of Multiple Representations. *Computers & Education.*

Bao, L. *et al*. 2001. *Model Analysis Of Fine Structures Of Student Models: An Example with Newton's Third Law*. Department of Physics Teacher. Kansas.

Buzan, T. 2005. *The Ultimate Book of Mind Maps.* UK: Harper Collins.

Borges, A.T., and gilbert, J.K. 1999. *Mentals Models of Electricity*. InternationalJournal of Science Education, 21, 95-117.

Buckley B. C., J. 2000. *Incestigating the Role of Refpresentations ang Expressed Model in Building Mental Models*. In J. K. Gilbert and C. J. Boulter (Eds.), *Developing models In Science Educations* (119-135). Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Carl Angell, Oystein Guttersrud, Ellen K. Henriksen, 2004. *Multiple representations as a framework for a modelling approach to physics education Department of Physics.* University Of Oslo, Norway, and Per

Morten Kind, School of Education, Durham University.

Goldin, G. A. 2002. *Representation in Mathematical Learning and Problem Solving.* Dalam L. D English (Ed). Handbook of International Research in Mathematics and Education (IRME). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Greca, I. M., and Moreira, M. A. 2000. *Mental Models, Conceptual Models, and Modelling*. International Journal of Science Educations 22, 1-11.

Harrison, A. G., and Treagust, D. F., 2000. *Learning About Atoms, Molecules, and Chemical Bonds : a Case*, Study of Multiple-Model Use in Grade 11 Chimestry. Science Education, 84, 352-381.

Harper, K.A., 2006. S*tudent Problem solving Behavior*, The Physics Teacher,44, 250-251.

Heuvelen, V. and Zou. X.L. 2001. Multiple Representations of Work-energy Processes. *American Journal of Physics.* 69, No 2.

Izack, A., and M.G. Sherin. 2003. *Exploring The Use of New Representation as a Resource for Teaching Learning*. Journal School Science and Mathematics. The University of Georgia and North Westerm University. 103, (1).

Kohl, P. B., and Finkelstein, N. D. (2005). *Student Representational Competence and Self-Assessment When Physics Problems*. Physical Review Special Topics-Physics Educatian Research 1, 010104.

Kohl, P. B., and Finkelstein, N. D. (2006). *Effects of Representation on Students Solving Physics Problems: A Fine-Grained Characterization.* Physical Review

Special Topics- Physics Educatioan Research 2, 010102.

Kohl, P.B., and Finkelstein, N. D. (2007). *Strongly and Weakly Directed Approaches to teaching Multiple Representation Use in Physics*. Physical Review Special Topics-Physics Education Research 3, 010108.

Larkin, J.H. 1981. *Understanding, Problem Representations, and Skills in Physics.* Thinking and Learning Skills, 2, 141-159.

Mansyur, J., Setiawan, A., & Tjiang, P. C. 2009. *Phenomenographic Study of Students' and Teachers' Strategies in Physics Problem Solving***.** Proceedings the Third International Seminar on Science Education, Bandung October 17th 2009. Bandung: Graduate School, Indonesia University of Education.

Mansyur, J., Setiawan, A., & Tjiang, P. C. 2010. *Langkah-Langkah Siswa, Mahasiswa, dan Guru dalam Pemecahan Soal Fisika Tipe Jeopardy: Kasus Dekonstruksi Grafik,* Prosiding "Perkembangan Fisika dan Inovasi Pembelajaran Sains Menuju Pendidikan Budaya dan Karakter", Surakarta, UNS Press.

Malone, K.L. 2006. *A Comparative Study of the Cognitive and Metacognitive Differences Between Modeling and Non-Modeling High School Physics Students*. Ph.D Dissertation. Pittsburgh: Carnegie Mellon University.

Meltzer, E.D. 2005. Relation Between Students' Problem-Solving Performance and Representational Format. *American Journal of Physics.* 73. No.5.

Mudzakkir, 2006. *Strategi Pembelajaran Think-Talk-Write untuk Meningkatkan Kemampuan Representasi*

Matematik Beragam Siswa SMP. Tesis pada Program Pasca sarjana UPI Bandung: Tidak dipublikasikan.

Nakhleh, M.B., and Brian Postek. 2008. Learning Chemistry Using Multiple External Representations. *Visualization: Theory and Practice in Science Education. Gilbert et al., (eds.)*

Redish, E.F. 2004*. A Theoritical Framework for Physics Education Research: Modeling Student Thinking*, in E. Redish and M. Vicentini (Eds.), Prooceedings of the Enrico Fermi Summer School, Course CLVI (Italian Physical Society,2004).

Rosegrant, D., Van Heuvalen, A., And Etkina, E. 2006. *Students'Use of Multiple Representations In Problem Solving*. In P. Heron, L. McCullough and J. Marx, Physics Education Research Conference (2005 AIP Conference Proceedings) (49-52). Melville, NY: American Institute of Physics.

Sabella, M., Redish, E.F. 2007. *Knowledge Activation and Organization in Physics Problem Solving*. Am.J. Phys. 75, 1017.

Solaz-Potoles, J.J., dan Lopez, V.S. 2007*. Representations in Problem Solving in Science: Directions for Practice*. Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching. Volume 8, Issue 2, Article 4 (dec., 2007).

Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Pendidikan (Pedekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D).* Bandung: Alfabeta.

Tim Penyusun. 2006. *Kamus Pintar Fisika Plus*. Epsilon Group. Bandung.

Tobing, D.L. 1996. *Fisika Dasar***.** Gramedia. Jakarta.

Waldrip, B., V. Prain & Carolan. 2007. Learning Junior Secondary Science through Multi-Modal

Representations. *Electronic Journal of Science Education Preview Publication.* Vol. 11, No. 1.

Walsh, L.N., Howard, R.G., dan Bowe, B., 2007. *Phenomenographyc Study of Students Problem' Solving Approaches in Physics*. Phy. Rev. Spec. Topic-PER, 3, 020108 (2007).

Zhang, J., & Norman, D.A. 1994. Representations in distributed cognitive tasks. *Cognitive Science,* 18, p. 87–122.

Profil Penulis

Asmiaty Novitri, dilahirkan di Balikpapan, Kalimantan Timur pada tanggal 07 N0vember 1985 dari pasangan Muh Guntur dan Nursiah sebagai anak kedua dari empat bersaudara. Ia menamatkan TK Mawar Balikpapan tahun 1991 dan menamatkan sekolah dasar SD.DDI kota Palu pada tahun 1997, tamat SMPN 9 Palu pada tahun 2000, dan tamat SMAN 2 Palu pada tahun 2003.

Tahun 2003, ia diterima di FKIP Pendidikan Fisika Universitas Tadulako dan menyelesaikan tahun 2007. Setelah terangkat CPNS tahun 2009 penulis melanjutkan studi S2 di Universitas Tadulako dengan jurusan Magister Pendidikan Sains pada tahun 2011 berbekal Beasiswa DikJar Provinsi Sulawei Tengah sehingga dapat menyelesaikan studi tahun 2013. Setelah lulus kuliah SI, ia menikah dengan Abdul Rahim A.L, S.Pd., M.Pd pada tahun 2008 kini penulis dikarunia 3 orang anak yaitu Mawla Zufar Mujahid (12 Tahun), Fahma Mumtazah Liosi (7 Tahun), dan Ibrahim Hanif Liosi (5 Tahun).

Asmiaty terangkat CPNS tahun 2009 dan pertama kali ditempatkan di SMP Satap Mbuang-mbuang kecamatan Bokan Kepulauan Kabupaten Banggai Laut, pada tahun 2010 dipindahkan ke SMPN 1 Peling Tengah kecamatan Peling Tengah Kabupaten Banggai Kepulauan dan bertugas sampai sekarang.

Prestasi :

- Juara Terbaik 1 Guru Berprestasi SMP 2019 Tingkat Kabupaten Banggai Kepulauan.
- Juara Terbaik 1 Guru Berprestasi SMP 2019 Tingkat Provinsi Sulawesi Tengah.
- Finalis Guru Berprestasi 2019

Karya Bersama:

- Kumpulan Kisah Guru Berprestasi SMP 2019

Buku:

- PBL berorientasi RE