

# Konsistensi Representasi Tingkat Dasar Besaran Fisis Materi Kinematika

Fathoroni<sup>1</sup>, Markus Diantoro<sup>1</sup>, Parno<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Pendidikan Fisika-Pascasarjana Universitas Negeri Malang

---

## INFO ARTIKEL

### Riwayat Artikel:

Diterima: 05-07-2018  
Disetujui: 17-12-2018

### Kata kunci:

consistency;  
representation;  
physical quantity;  
kinematics;  
konsistensi;  
representasi;  
besaran fisis;  
kinematika

---

## ABSTRAK

**Abstract:** In the world of physics education, there are still many inconsistency in the representation of physical quantities in daily delivery, both in written and oral. But not many researches are really focused on the issue, so that research is done to understand the consistency of the basic level of physical scale and its representation on the kinematics. The research has been done by mixed method method of embedded correlational design model. The study participants amounted to 20 students in the 3rd semester who have passed the basic physics courses 1. The data were collected using physical consistency knowledge consistency test and its representation, consisting of seven questions with chain answers. Quantitative data analysis used descriptive analysis and qualitative data analysis used data reduction and interpretation. The result of data analysis shows that consistency of knowledge base level representation of physical quantity consisting of consistency of basic knowledge and consistency of basic use physical quantity and its representation still low. The result of the data analysis shows the consistency of knowledge of physical quantity and the use of representation of physical quantity, all students are at level 5 / KRLV5 (low consistency level 5).

**Abstrak:** Dalam dunia pendidikan fisika masih banyak ditemukan ketidakkonsistenan representasi besaran fisis dalam penyampainnya sehari-hari, baik secara tertulis maupun lisan. Namun, belum banyak penelitian yang benar-benar fokus membahas isu tersebut sehingga penelitian dilakukan untuk memahami pola konsistensi besaran fisis tingkat dasar dan representasinya pada materi kinematika pada mahasiswa. Penelitian telah dilakukan dengan metode *mixed method* model *embedded correlational design*. Partisipan penelitian berjumlah 20 mahasiswa semester III yang telah lulus matakuliah fisika dasar. Data dikumpulkan menggunakan instrumen tes konsistensi pengetahuan besaran fisis dan representasinya yang terdiri dari tujuh soal uraian berantai. Analisis kuantitatif menggunakan analisis deskriptif dan analisis kualitatif menggunakan reduksi dan interpretasi data. Hasil analisis data menunjukkan konsistensi pengetahuan tingkat dasar representasi besaran fisis yang terdiri dari konsistensi pengetahuan dasar dan konsistensi penggunaan dasar besaran fisis dan representasinya masih rendah. Hasil analisis data mengindikasikan bahwa tingkat pengetahuan dan penggunaan representasi besaran fisis seluruh mahasiswa berada pada level 5/KRLV5 (konsistensi rendah level 5).

---

## Alamat Korespondensi:

Fathoroni  
Pendidikan Fisika  
Pascasarjana Universitas Negeri Malang  
Jalan Semarang 5 Malang  
E-mail: fathoroni1989@gmail.com

---

Pengetahuan besaran fisis merupakan pengetahuan dasar yang harus dimiliki oleh setiap mahasiswa fisika khususnya yang akan bergelut di dunia pendidikan (calon guru). Salah satu yang termasuk pengetahuan besaran fisis yang sangat penting adalah pengetahuan tentang representasi besaran-besaran fisis. Pengetahuan tentang representasi besaran fisis sudah diatur secara internasional (SI) dalam nomenklatur besaran dan satuan yang berlaku secara tegas dan mengikat, sehingga dalam penggunaannya pun harus benar-benar mengikuti aturan dan harus konsisten (tetap dan mengacu pada aturan yang berlaku). Hal ini sesuai dengan yang diungkapkan oleh Hage (2010) yang menyatakan bahwa kriteria suatu penerapan aturan yang harus konsisten adalah kondisi suatu aturan telah terpenuhi secara menyeluruh, tidak ada pengecualian dalam setiap aturan dan konsekuensi dari kesalahan (tidak sesuai aturan) adalah tidak dapat dimaafkan. Artinya, setiap besaran fisis yang terdapat dalam dunia fisika harus direpresentasikan dengan benar dan konsisten karena sudah ada aturan yang berlaku dan mengikat dalam setiap representasinya.

Pentingnya representasi besaran fisis tidak sesuai dengan yang terjadi di dunia pendidikan fisika saat ini. Kenyataannya masih sangat sering ditemukan kesalahan dalam representasi besaran fisis di lingkungan pendidikan dan pembelajaran fisika. Misalnya, dalam beberapa karya ilmiah berupa tesis dan skripsi masih sangat mudah ditemukan kesalahan representasi besaran fisis, khususnya di bidang pendidikan fisika. Buku-buku pembelajaran fisika juga banyak melakukan kesalahan yang sama dalam merepresentasikan besaran fisis. Beberapa tesis dan skripsi telah ditelusuri penggunaan representasi besaran fisis dan pada 3 tesis yang membahas tentang materi gerak lurus (Putra, 2014; Huda, 2014 dan Akbar, 2014) ditemukan bahwa ketiga tesis tersebut terdapat kesalahan penulisan simbol besaran dan representasi besaran vektor, seperti penulisan simbol besaran (kecepatan, kelajuan, perpindahan, jarak dan percepatan) tidak ditulis sebagaimana aturan penulisan simbol besaran (Thompson, 2008 dan Cohen, 2010), kesalahan yang sama juga ditemukan pada beberapa skripsi pada beberapa universitas berbeda yang juga mengangkat materi gerak lurus. Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa yang merupakan calon guru fisika masih laai dalam menggunakan representasi besaran fisis sesuai dengan aturan yang berlaku. Kesalahan yang ditemukan seperti pada contoh berikut, yaitu “Kelajuan merupakan jarak yang ditempuh suatu benda tiap satuan waktu yang ditempuh. Kelajuan merupakan besaran skalar, simbolnya adalah ( $v$ ) dan satuannya ( $m/s$ ).” dan “kecepatan merupakan perpindahan suatu benda tiap satuan waktu yang ditempuh.

Kecepatan merupakan besaran vektor karena memiliki arah/letak benda, simbolnya ( $v$ ) dan satuannya ( $m/s$ ).” Kalimat di atas berasal dari salah satu tesis yang ditelusuri kesalahan penulisan representasi besaran fisis. Pada kalimat tersebut diketahui bahwa mahasiswa tidak membedakan penulisan besaran vektor dan skalar (kecepatan dan kelajuan). Terlebih simbol besaran tidak di cetak miring (aturan penulisan semua besaran adalah dicetak miring) sehingga tidak dibedakan antara representasi besaran fisis dengan penulisan huruf biasa. Hal ini merupakan kesalahan yang paling banyak ditemukan di semua tesis dan skripsi yang telah ditelusuri kesalahan representasi besaran fisisnya. Selain itu, pada instrumen penelitian berupa soal mahasiswa ditemukan sering tidak mencantumkan arah pada soal yang berbasis vektor. Hal ini juga merupakan suatu kesalahan karena vektor adalah besaran yang memiliki arah dan besar serta kedua hal tersebut merepresentasikan besaran vektor, jika salah satu tidak ada maka representasi besaran vektor tidak lengkap.

Beberapa buku pelajaran fisika juga tidak lepas dalam melakukan kesalahan penulisan dan representasi besaran fisis. Beberapa buku BSE fisika untuk kelas X SMA khususnya pada materi kinematika ditemukan beberapa kesalahan penulisan dan representasi besaran fisis, yaitu pada buku-buku tulisan Suganda (2009), Sumarsono (2009), dan Nurachmandani (2009). Kesalahan yang ditemukan berupa kesalahan penulisan besaran vektor dan skalar (penulisan tidak sesuai aturan dan tidak dibedakan), bahkan ditemukan penulisan besaran skalar direpresentasikan sama seperti besaran vektor. Berikut salah satu contoh kesalahan (Gambar 1).



### B. Kelajuan dan Kecepatan



Sumber: Jawa Pos, 14 Juli 2006

**Gambar 2.6** Kelajuan dari tiap-tiap sepeda berbeda-beda tergantung pada jarak dan waktu tempuh.

1. Kelajuan rata-rata ( $\bar{v}$ ) dan kecepatan rata-rata ( $\bar{v}$ )

Istilah “kelajuan” atau “laju” menyatakan seberapa jauh sebuah benda bergerak dalam selang waktu tertentu. Jika sebuah mobil menempuh 240 km dalam waktu 3 jam, dapat kita katakan bahwa laju rata-ratanya adalah 80 km/jam. Secara umum, laju rata-rata sebuah benda didefinisikan sebagai jarak total yang ditempuh sepanjang lintasannya dibagi waktu yang diperlukan untuk menempuh jarak tersebut.

**Gambar 1. Kesalahan Penulisan Besaran Skalar**

Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa penulis buku salah dalam merepresentasikan simbol besaran fisis. Besaran fisis seharusnya dituliskan dengan simbol miring. Kurangnya perhatian dalam penulisan simbol besaran fisis menunjukkan kurangnya pemahaman yang benar dan konsisten tentang materi fisika itu sendiri. Hal ini karena, besaran fisis adalah label dari suatu materi fisika, jika representasi besaran fisis belum benar dan konsisten maka pemahaman yang utuh belum tercapai sepenuhnya.

Terdapat lima indikator dalam mengeksplorasi pengetahuan representasi besaran fisis, kemudian digolongkan ke dalam lima bentuk representasi, yaitu representasi verbal (tulisan), representasi simbol, representasi nilai (angka), representasi arah, dan representasi satuan. Kelima representasi ini didasarkan pada penelitian-penelitian terpisah yang mengulas tentang representasi yang berhubungan tentang besaran fisis. Beberapa penelitian seperti penelitian yang dilakukan oleh Govender (2013) membahas pemahaman representasi tanda positif (+) dan negatif (-) pada konsep Kinematika yang konsekuensinya pada pemahaman representasi arah dan besar besaran-besaran fisis pada Kinematika.

Brookes (2006) memberikan paparan tentang pentingnya peran bahasa (representasi verbal) dalam pembelajaran fisika, Keller (2006) dan Sherin (2001) yang menghasilkan kesimpulan bahwa pemahaman siswa pada representasi persamaan (equation) dan simbol pada fisika adalah satu kesatuan pokok yang tidak dapat dipisahkan. Serta pentingnya representasi satuan suatu besaran

fisis yang merupakan satu kesatuan pokok yang tidak dapat dipisahkan karena besaran fisis tanpa satuan hanyalah angka dan simbol matematis saja. Pentingnya pengetahuan representasi besaran fisis yang benar dan konsisten bukan hanya karena merupakan sebuah aturan yang mengikat, melainkan karena pengetahuan ini merupakan pengetahuan dasar yang diperlukan untuk memahami konsep-konsep yang lebih rumit selanjutnya. Penguasaan pengetahuan-pengetahuan dasar yang tidak baik dapat menyebabkan lemahnya penguasaan konsep-konsep pada materi selanjutnya.

Terdapat banyak penelitian yang mengungkapkan bahwa pengetahuan dasar seorang siswa atau mahasiswa sangat berpengaruh terhadap kemampuannya dalam menguasai konsep yang lebih kompleks. Nguyen dan Meltzer tahun 2003 mengungkapkan bahwa mahasiswa semester tiga suatu universitas banyak mengalami kesulitan dalam memahami vektor pada materi kinematika karena pada semester sebelumnya belum benar-benar memahami secara mendalam konsep dasar tentang vektor (termasuk konsep dasar tentang besaran fisis vektor dan skalar). Pada tahun yang sama 2003, Flores dan Kanim mengungkapkan lemahnya penguasaan aplikasi vektor pada materi kinematika, khususnya tentang gaya dan percepatan disebabkan karena kurangnya pemahaman dasar mahasiswa tentang penggunaan dasar vektor. Wutchana, dkk (2015) juga menemukan hal yang sama pada mahasiswa di salah satu universitas di Thailand dengan merancang sebuah LKS yang berisi penguatan konsep-konsep dasar vektor. Representasi besaran fisis memang bukan hanya berisi representasi besaran vektor, namun terdapat juga representasi besaran skalar. Namun, besaran fisis yang termasuk ke dalam besaran vektor adalah besaran-besaran fisis yang kurang diperhatikan penggunaan representasi yang benar dan konsisten. Pada penelitian ini fokus pada representasi kedua jenis besaran fisis baik besaran fisis vektor maupun besaran fisis skalar dengan mengukur tingkat pengetahuan representasi besaran fisis.

Sebagai seorang mahasiswa, khususnya mahasiswa pendidikan fisika tentunya diharuskan menguasai pengetahuan-pengetahuan dasar representasi besaran fisis yang benar dan konsisten sehingga sejak dini pengetahuan representasi besaran fisis harus benar-benar diperhatikan dengan baik, hal ini bertujuan untuk melahirkan guru-guru dengan kompetensi representasi yang baik terutama kompetensi representasi besaran fisis. Kozma (1997), Kohl (2001) dan Stieff (2011) menyimpulkan bahwa kompetensi representasi merupakan hal yang sangat bernilai dalam pembelajaran fisika karena kemampuan-kemampuan representasi sangat dibutuhkan dalam memahami konsep-konsep dasar fisika. Pemahaman konsep dasar fisika yang benar akan memberikan peluang lebih besar kepada mahasiswa untuk mampu menyelesaikan permasalahan-permasalahan yang lebih kompleks kedepannya.

Seorang guru fisika wajib memiliki kompetensi representasi yang benar dan konsisten. Hal ini karena guru adalah salah satu sumber informasi dan instruksi utama bagi siswa, sehingga banyak kompetensi yang harus dikuasai oleh seorang guru, salah satunya adalah kompetensi representasi dan salah satu kompetensi representasi yang paling dasar adalah kompetensi representasi besaran fisis. Guru dituntut untuk memiliki keahlian dan kreatifitas dalam mengajar, selanjutnya pengetahuan dan kreatifitas seorang guru akan lebih baik jika memiliki kompetensi pengetahuan dasar dan kompetensi representasi yang baik. Guru yang memiliki kompetensi representasi yang baik akan mudah dalam menjelaskan dan mengorganisasikan suatu konsep dengan benar dan konsisten (Majidi, 2013). Tuntutan untuk menguasai berbagai kompetesni tersebut termasuk di dalam tuntutan untuk menjadi seorang guru profesional (Sinaga, 2014). Jadi, dapat disimpulkan bahwa siswa, guru, dan mahasiswa calon guru harus memiliki kompetensi representasi yang baik terhadap suatu konsep sehingga konsep tersebut dapat tersampaikan dengan benar dan konsisten, terlebih suatu konsep yang sifatnya mendasar, seperti besaran fisis dan representasinya.

Kompetensi representasi yang baik ditunjukkan oleh konsistensi representasi (khususnya pada representasi besaran fisis) yang baik pula. Berdasarkan Nieminen (2010) konsistensi representasi dapat digolongkan ke dalam 3 level indikator penilaian. Level 1 dengan skor konsistensi di atas 85% menunjukkan konsistensi yang tinggi, level 2 dengan skor konsistensi antara 60—84% mengindikasikan tingkat konsistensi sedang, dan level 3 dengan skor konsistensi dibawah 59% menunjukkan representasi tidak konsisten (rendah). Peneliti merujuk pada kategori ini untuk mendeskripsikan level konsistensi pengetahuan representasi besaran fisis, dengan ketentuan soal-soal yang diberikan untuk menguji konsistensi pengetahuan representasi besaran fisis memenuhi persyaratan untuk mengukur konsistensi.

Representasi besaran fisis adalah salah satu kompetensi representasi dasar, yang selalu digunakan dalam penyampaian konsep-konsep fisika (penulisan besaran dan satuan, angka, tanda, simbol, rumus, dll.) sepanjang waktu. Representasi besaran fisis merupakan alat atau teknik dasar untuk mengekspresikan besaran fisika dan menyelesaikan masalah dalam fisika (Govender, 2013). Seorang calon guru harus memahami aturan merepresentasikan “alat-alat” ini dengan benar dan konsisten, karena terkait dengan konsep dasar yang akan terus-menerus digunakan dalam pembelajaran fisika. Kesalahan dalam penyampaian informasi representasi, misalnya kesalahan pemaknaan tanda (+) atau (-) pada representasi verbal, kurangnya perhatian dalam penulisan simbol besaran vektor, ataupun kesalahan penulisan satuan dapat memberikan kesalahan dalam memahami dan menginterpretasikan konsep fisika kedepannya. Sehingga berpotensi menyebabkan lemahnya pengetahuan dasar yang diperlukan untuk memahami materi-materi selanjutnya.

Pada penelitian ini peneliti merujuk kepada beberapa penelitian untuk merumuskan definisi konsistensi. Definisi konsistensi pada penelitian ini adalah kemantapan kemampuan menggunakan dan mengekspresikan berbagai representasi suatu konsep spesifik (besaran fisis) secara benar dan konsisten sesuai aturan yang berlaku. Terdapat lima jenis representasi besaran fisis, yaitu representasi verbal, simbol, nilai (angka), arah dan satuan. Pengukuran konsistensi juga mengikuti definisi tersebut, sehingga instrumen penelitian yang digunakan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut. *Pertama*, menguji tingkat pengetahuan mahasiswa tentang topik yang sama secara berulang dengan tema yang berbeda. *Kedua*, terdapat level kesulitan yang berbeda di setiap soalnya. *Ketiga*, setiap soal terkait satu dengan soal lainnya membentuk suatu pola konsistensi.

Berdasarkan persyaratan tersebut peneliti membuat soal uraian yang terdiri dari tujuh soal dengan menggunakan level taksonomi Bloom, yaitu mengikuti secara hierarki C1 sampai dengan C6. Aturan konsisten suatu representasi dapat dilihat dirujuk dari teori konsistensi aturan yang diberikan oleh Hage (2010), yaitu (1) fakta bahwa representasi-representasi yang digunakan sesuai dengan aturan yang sudah ditetapkan dan (2) aturan tersebut memiliki konsekuensi tidak terbantahkan. Seorang dikatakan konsisten dalam menggunakan representasi besaran fisis, jika seluruh representasi yang digunakan adalah benar sesuai aturan. Misalnya, penggunaan representasi simbol besaran vektor dan skalar ditunjukkan dengan penulisan dan pemaknaan yang benar pula. Jika seseorang benar dalam menggunakan representasi besaran skalar namun salah dalam menggunakan besaran vektor, maka dapat disimpulkan bahwa ia tidak konsisten dalam menggunakan representasi besaran fisis. Atau benar dalam setiap penulisan setiap besaran fisis, namun gagal dalam memberikan contoh (grafik atau gambar) yang tepat juga dikatakan bahwa ia tidak konsisten dalam penggunaan representasi besaran fisis.

Pemahaman yang benar dan konsisten pengetahuan representasi besaran fisis bagi seorang mahasiswa calon guru adalah suatu yang mutlak dan harus konsisten sepanjang waktu. Mahasiswa calon guru harus mampu memberikan representasi yang benar dan tetap (konsisten) terhadap besaran-besaran fisis dalam setiap materi yang dipelajari. Permasalahannya adalah apakah mahasiswa calon guru terutama yang sudah mendapatkan instruksional dasar pembelajaran kinematika memiliki konsistensi yang baik dalam merepresentasikan besaran fisis? Sejauh mana kompetensi representasi besaran fisis yang mereka miliki? Hal inilah yang menjadi fokus perhatian penelitian yang peneliti angkat karena topik penelitian ini begitu krusial dan penting sebagai pembuka horizon baru penelitian-penelitian kedepannya serta topik ini merupakan salah satu tema dasar yang sering terlewatkan sehingga diharapkan kedepannya representasi besaran fisis dapat lebih diperhatikan.

### METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *mixed method* dengan *embedded correlational design*. Desain *embedded* digunakan dengan pertimbangan bahwa penelitian ini menggunakan satu instrumen yang merekam dua jenis data sekaligus, data kuantitatif dan data kualitatif. Data kuantitatif berupa skor rata-rata yang didapatkan tiap mahasiswa dalam penelitian ini sesuai jawaban benar di setiap fase tes dan data kualitatif berada pada jawaban uraian mahasiswa. Fokus penelitian ini terdapat pada data kualitatif yang akan diterjemahkan ke dalam pola konsistensi representasi besaran fisis mahasiswa, sedangkan data kuantitatif akan digunakan untuk memberi gambaran tingkat pengetahuan mahasiswa terhadap representasi besaran fisis yang dimiliki.

Partisipan penelitian ini melibatkan 20 mahasiswa pendidikan fisika Universitas Samawa, Sumbawa Besar, Nusa Tenggara Barat yang sudah dinyatakan lulus matakuliah Fisika Dasar 1 semester IV. Mahasiswa pendidikan fisika dipilih karena merupakan para calon guru yang akan berkecimpung di dunia pendidikan suatu saat nanti dan fokus penelitian ini adalah untuk menggali lebih dalam pola konsistensi representasi besaran fisis calon guru.

Tujuh soal instrumen terbagi ke dalam dua tema pokok, yaitu soal 1—3 menguji konsistensi mahasiswa tentang representasi tingkat dasar besaran fisis yang terdiri dari sifat, karakteristik, kategori, dan representasi matematisnya. Soal 4—7 menguji konsistensi mahasiswa dalam menggunakan pengetahuan dasar besaran fisis yang dimiliki untuk menyelesaikan permasalahan pada masing-masing soal. Soal 4 menguji kemampuan mahasiswa dalam membuat kalimat yang benar dan konsisten menggunakan besaran fisis yang mereka ketahui, tentunya dengan representasi yang benar dan konsisten pula. Soal 5, 6, dan 7 menguji kemampuan dalam menemukan kesalahan penggunaan representasi besaran fisis dalam sebuah paragraf yang berisi artikel yang terkait materi kinematika dan memberikan solusi atas kesalahan yang ditemukan.

Skor mahasiswa akan menunjukkan level konsistensi pengetahuan representasi besaran fisis yang mereka miliki. Ketujuh soal pada tes konsistensi representasi besaran fisis ini adalah tes dengan jawaban terbuka sesuai tingkat pengetahuan mahasiswa tentang besaran fisis dan representasinya. Sebagai standar ukur penilai peneliti mengambil dasar jumlah besaran fisis sebanyak 50 besaran fisis pada materi kinematika berdasarkan buku-buku fisika dasar tulisan Tipler (2003), Giancolli (2014), dan Serway (2004), serta buku oleh Cohen dan Giancomo (2010) berjudul *symbols, units, nomenclature and fundamental constants in physics*. Berikut detail karakteristik tes konsistensi representasi besaran fisis pada Tabel 1.

**Tabel 1. Karakteristik Tes Konsistensi Tingkat Representasi Besaran Fisis**

Butir	Konteks	Kategori	Representasi
1	Menyebutkan besaran-besaran fisis yang diketahui sebanyak-banyaknya	Pengetahuan besaran fisis	- Verbal
2	Mengelompokkan besaran-besaran fisis yang sudah disebutkan ke dalam besaran vektor dan besaran skalar	Pengetahuan besaran fisis	- verbal - besar (nilai/angka) - arah (tanda)
3	Melengkapi tabel yang berisis kelompok besaran vektor dan skalar beserta propertis masing-masing besaran fisis yang disebutkan	Pengetahuan besaran fisis	- Verbal - Nilai - Arah - Simbol - Satuan

**Tabel 1. Karakteristik Tes Konsistensi Tingkat Representasi Besaran Fisis (Lanjutan)**

Butir	Konteks	Kategori	Representasi
4	Menggunakan besaran-besaran fisis yang disebutkan dalam kalimat pernyataan.	Aplikasi representasi besaran fisis	- Verbal - Nilai - Arah - Simbol - Satuan
5	Menemukan dan memperbaiki kalimat pada paragraf yang disediakan.	Aplikasi representasi besaran fisis	- Verbal - Nilai - Arah - Simbol - Satuan
6	Menemukan dan memperbaiki kalimat pada paragraf yang disediakan.	Aplikasi representasi besaran fisis	- Verbal - Nilai - Arah - Simbol - Satuan
7	Menemukan dan memperbaiki kalimat pada paragraf yang disediakan.	Aplikasi representasi besaran fisis	- Verbal - Nilai - Arah - Simbol - Satuan

### HASIL

Konsistensi representasi tingkat dasar besaran fisis terdiri dari data konsistensi representasi pengetahuan dasar besaran fisis beserta representasi dan pengetahuan penggunaan dasar representasi besaran fisis. Pengetahuan dasar besaran fisis dan representasinya terdiri dari pengetahuan dasar nama-nama besaran fisis, representasi simbol besaran fisis, klasifikasi besaran-besaran fisis (ke dalam besaran vektor atau skalar), atribut besaran fisis seperti nilai dan arah, serta representasi satuan besaran fisis. Pengetahuan penggunaan dasar besaran fisis terdiri dari (1) pengetahuan definisi masing-masing besaran fisis dengan mengaplikasikannya ke dalam kalimat-kalimat pernyataan dengan representasi yang benar dan konsisten; (2) kemampuan menemukan dan memperbaiki representasi besaran fisis dalam suatu paragraf yang disediakan.

Konsistensi representasi tingkat dasar besaran fisis direkam menggunakan instrumen tes konsistensi yang terdiri dari tujuh butir soal uraian dengan jawaban berantai (saling terkait satu soal dengan yang lainnya). Ketujuh butir soal uraian menguji konsistensi pengetahuan dasar dan penggunaan dasar representasi besaran fisis. Berikut dipaparkan hasil tes konsistensi representasi besaran fisis tingkat dasar. Tes ini diikuti oleh 20 mahasiswa yang telah lulus matakuliah fisika dasar I dan fisika dasar II. Pengambilan data berlangsung selama dua minggu bertempat di salah satu ruangan di gedung program studi pendidikan fisika Universitas Samawa. Sebelum dilakukan tes para mahasiswa dikumpulkan dua hari sebelum tes berlangsung (pada salah satu matakuliah). Tujuan dikumpulkannya mahasiswa adalah untuk memberikan pemberitahuan akan diadakannya pengambilan data berupa tes yang menyangkut materi kinematika dan menjelaskan jenis-jenis tes yang akan diberikan kepada mahasiswa serta memberikan aturan dan prosedur umum pelaksanaan tes.

**Tabel 2. Deskripsi Skor Tes Konsistensi Tingkat Dasar Representasi Besaran Fisis**

	Descriptive Statistics				
	N	Min	Max	Mean	Std. Deviation
KRBF1	20	3.13	20.21	8.57	4.01
Valid N (listwise)	20				

Pada Tabel 2 dijelaskan bahwa rata-rata skor adalah 8,57 yang menunjukkan rata-rata mahasiswa berpada pada level konsistensi rendah level 5 (KRLV5). Nilai tertinggi adalah 20,21 (KRLV3) dan nilai terendah 3,13 (KRLV5). Hasil ini mendeskripsikan rendahnya konsistensi pengetahuan para mahasiswa dalam merepresentasikan besaran fisis dan propertisnya. Tes konsistensi representasi tingkat dasar terdiri dari dua pokok penilaian, yaitu pengetahuan dan penggunaan dasar representasi besaran fisis yang dipaparkan masing-masing pada Tabel 3 dan 4.

**Tabel 3. Deskripsi Skor Pengetahuan Dasar Representasi Besaran Fisis**

	Descriptive Statistics				
	N	Min	Max	Mean	Std. Deviation
KRBF11	20	1.71	36.49	13.97	8.74
Valid N (listwise)	20				

**Tabel 4. Deskripsi Skor Penggunaan Dasar Representasi Besaran Fisis**

	Descriptive Statistics				
	N	Min	Max	Mean	Std. Deviation
<b>KRBF12</b>	20	0.00	5.97	3.1655	2.30860
<b>Valid N (listwise)</b>	20				

Pada Tabel 3 menunjukkan rata-rata skor pengetahuan dasar representasi besaran fisis mahasiswa adalah 13,98 sehingga konsistensinya berapada pada level konsistensi rendah level 4 (KRLV4) sedangkan skor rata-rata penggunaan dasar representasi besaran fisis menunjukkan angka 3,17 dengan level konsistensi berada pada konsistensi rendah level 5 (KRLV5). Nilai maksimum pengetahuan dasar besaran fisis dan representasinya adalah 36,49 merupakan konsistensi rendah level 2 (KRLV2) sedangkan nilai terendah adalah 1,71 (KRLV5). Nilai tertinggi penggunaan dasar representasi besaran fisis adalah 5,97 (KRL5) dan terendah adalah 0,00.

Trasformasi kualitas konsistensi representasi besaran fisis pada tes dapat dilihat pada Tabel 5 yang merangkum skor rata-rata konsistensi representasi besaran fisis tingkat dasar dan level konsistensi yang dihasilkan. Terdiri dari dua tema, pengetahuan dan penggunaan dasar representasi besaran fisis, kemudian keduanya disatukan menghasilkan skor rata-rata dan level konsistensi mahasiswa secara umum (level konsistensi representasi tingkat dasar besaran fisis).

**Tabel 5. Transformasi Data Kualitatif Konsistensi Tingkat Dasar Representasi Besaran Fisis**

Tema	N	Strengths Finder					
		Pengetahuan Dasar (%)	Level Konsistensi	Penggunaan Dasar (%)	Level Konsistensi	Konsistensi Akhir	Level Konsistensi
Tes	2	13.98	(KRLV4)	3.17	(KRLV5)	8.57	(KRLV5)
Konsistensi	0						
Nilai Max		36.49	(KRLV3)	5.97	(KRLV5)	20.21	(KRLV4)
Nilai Min		1.71	(KRLV5)	0.00	(KRLV5)	3.13	(KRLV5)

Keterangan:

KRLV1 = Konsistensi rendah level 1

KRLV2 = Konsistensi rendah level 2

KRLV3 = Konsistensi rendah level 3

KRLV4 = Konsistensi rendah level 4

KRLV5 = Konsistensi rendah level 5

(level 5 lebih rendah daripada level 1)

Tabel 5 memperlihatkan bahwa level konsistensi representasi mahasiswa secara umum berada pada level konsistensi rendah. Pada temuan pengetahuan dasar rata-rata mahasiswa berada pada level konsistensi rendah level 4 dengan nilai maksimum 36,49 berada pada level konsistensi rendah level 3. Pengetahuan dasar rata-rata mahasiswa berada pada level konsistensi rendah level 5 (terendah). Sehingga, dapat dipahami bahwa baik pengetahuan dasar maupun penggunaan dasar representasi besaran fisis mahasiswa memiliki konsistensi yang rendah, dengan konsistensi penggunaan dasar representasi besaran fisis lebih rendah dibandingkan dengan konsistensi pengetahuan dasar besaran fisis dan representasinya. Hal ini dapat dipahami bahwa dengan pengetahuan dasar yang sudah rendah akan menyebabkan tingkat konsistensi penggunaan representasi besaran fisis menjadi jauh lebih rendah, karena dalam menggunakan representasi besaran fisis dengan benar dan konsisten tidak hanya dibutuhkan kemampuan mengetahui saja, namun juga kemampuan memahami dan mengaplikasikan, dengan kata lain menggunakan representasi besaran fisis yang benar dan konsisten jauh lebih sulit daripada hanya mengetahui nama-nama besaran fisis dan representasinya. Walaupun, idealnya antara pengetahuan dasar dan penggunaan dasar seharusnya memiliki konsistensi yang sama.

Pengetahuan dasar besaran fisis yang pertama adalah menyebutkan sebanyak-banyaknya besaran fisis yang tertuang dalam soal nomor 1. Berdasarkan hasil jawaban mahasiswa-mahasiswa terdapat delapan peserta yang menyebutkan 5—6 besaran fisis (tujuh mahasiswa menyebutkan enam besaran fisis dan satu mahasiswa menyebutkan 5 besaran fisis). Kemudian terdapat enam mahasiswa yang menyebutkan lebih dari 6 besaran fisis (11—26 besaran fisis) yang terakhir adalah terdapat enam mahasiswa yang tidak menuliskan atau menyebutkan satupun besaran fisis pada soal nomor 1 dengan catatan, satu peserta tidak memiliki jawaban dan lima peserta lainnya menuliskan macam-macam gerak dan sub-sub materi kinematika. Jika mengamati data hasil jawaban nomor 1 dapat dipahami bahwa 40% mahasiswa hanya menyadari atau mengetahui besaran-besaran fisis yang umum diketahui, yaitu jarak, perpindahan, kelajuan, kecepatan, percepatan dan waktu. 30% mahasiswa lainnya mampu menyebutkan lebih dari 6 besaran fisis. 25% mahasiswa tidak menyebutkan besaran fisis, melainkan menyebutkan atau menuliskan macam-macam gerak dan sub-sub materi kinematika, dan satu mahasiswa mengosongkan jawaban nomor 1. Penilaian nomor 1 didasarkan pada jumlah besaran fisis yang disebutkan dibandingkan dengan jumlah besaran fisis standarisasi yang telah ditetapkan (50 besaran fisis) dikalikan dengan skor maksimal 10 sehingga rentang skor dari 0—10.

Pengetahuan dasar yang kedua menyangkut pengelompokkan besaran-besaran fisis ke dalam besaran vektor atau besaran skalar, hal ini diuji menggunakan instrumen tes konsistensi representasi besaran fisis soal nomor 2. Nomor 2 dibagi dalam dua jawaban, yaitu (a) jumlah besaran-besaran fisis yang dituliskan kembali sehingga masih berhubungan dengan nomor 1 dan (b) pengelompokkan besaran-besaran fisis yang telah disebutkan ke dalam besaran-besaran vektor atau besaran-besaran skalar. Hasil

jawaban mahasiswa pada soal nomor 2 memperlihatkan 11 mahasiswa yang konsisten menyebutkan jumlah besaran yang sama dengan jumlah besaran fisis yang disebutkan pada soal nomor 1. Dari 11 mahasiswa tersebut 8, di antaranya merupakan mahasiswa yang menyebutkan 5—6 besaran fisis dan tiga mahasiswa lainnya merupakan mahasiswa yang menyebutkan lebih dari enam besaran fisis, sedangkan tiga lainnya menyebutkan besaran fisis dengan jumlah yang berbeda dengan soal nomor 1 (dua mahasiswa menyebutkan kurang dari jumlah besaran fisis yang disebutkan pada nomor 1 dan 1 mahasiswa menyebutkan lebih banyak daripada jumlah besaran fisis pada soal nomor 1. Hal yang mengejutkan datang dari 5 mahasiswa yang pada soal nomor 1 tidak mampu menuliskan satupun besaran fisis, pada soal nomor 2 justru mampu menyebutkan 8—10 besaran fisis yang tentunya lebih baik daripada 8 mahasiswa yang menyebutkan 5—6 besaran fisis namun belum lebih baik dari enam mahasiswa yang menyebutkan 11—26 besaran fisis.

Pengelompokkan besaran fisis merupakan tema penilaian selanjutnya yang menunjukkan bahwa dari keseluruhan mahasiswa terdapat lima mahasiswa yang salah dalam mengelompokkan besaran-besaran fisis yang mereka sebutkan. Dari delapan mahasiswa yang menjawab dengan jumlah 5—6 besaran fisis hanya terdapat satu mahasiswa (ASD) yang salah dalam mengelompokkan satu besaran (posisi dikelompokkan ke dalam besaran skalar). Sedangkan kelompok mahasiswa yang menyebutkan paling banyak besaran fisis (11—26 besaran fisis) yang terdiri dari 6 mahasiswa, 4 anggotanya menggolongkan beberapa besaran fisis tidak sesuai dengan kelompoknya (beberapa besaran vektor dikelompokkan ke dalam besaran skalar). Kemudian, kelompok lainnya yang pada nomor 1 tidak mendapatkan skor karena tidak menuliskan satupun besaran fisis, ternyata menyebutkan 8—10 besaran fisis pada soal nomor 2 dan mereka mampu mengelompokkan seluruh besaran yang mereka sebutkan sesuai pengelompokkan yang diharapkan. Pada pemaparan selanjutnya mahasiswa akan dibagi ke dalam tiga kelompok sesuai dengan pola jawaban yang muncul sebagai hasil dari jawaban nomor 1 tes konsistensi representasi besaran fisis, yaitu (a) kelompok I, (b) kelompok II, dan (c) kelompok III. Kelompok I adalah kelompok mahasiswa dengan jumlah besaran fisis yang disebutkan pada nomor 1 adalah nol (tidak menyebutkan satupun besaran fisis), kelompok II adalah kelompok mahasiswa yang menyebutkan 5—6 besaran fisis pada soal nomor 1, dan kelompok III adalah kelompok yang menyebutkan besaran fisis relatif lebih banyak daripada kelompok I dan II (11—26 besaran fisis).

Berdasarkan hasil jawaban mahasiswa pada nomor 2 tes konsistensi, terdapat data yang menarik. *Pertama*, kelompok I yang merupakan kelompok yang tidak menuliskan satupun besaran fisis pada nomor 1 ternyata mampu menuliskan jumlah besaran fisis relatif lebih banyak dari kelompok lainnya. Pada soal nomor 2 mampu menyebutkan paling sedikit 8 besaran fisis dan yang terbanyak adalah 11 besaran fisis, terlebih lagi hampir seluruh mahasiswa kelompok II (kecuali NRH) mampu mengelompokkan besaran-besaran fisis yang mereka sebutkan dengan benar dan konsisten. Kasus ini sebenarnya membutuhkan data yang banyak untuk menjawab fenomena kelompok II, namun karena kekurangan data peneliti berspekulasi bahwa beberapa mahasiswa kelompok II tidak memahami soal nomor 1 sebagai soal yang hanya menyebutkan besaran-besaran fisis yang mereka ketahui karena jawaban mereka berisi jenis-jenis gerak dan sub-sub materi dalam materi kinematika. Namun, pada nomor 2, ketika diperintahkan untuk mengelompokkan besaran-besaran yang mereka sebutkan pada soal nomor 1 ke dalam besaran vektor atau skalar tentu saja jawaban nomor 1 tidak dapat digunakan, dan ketika diperintahkan dengan menyebutkan kata kunci vektor dan skalar, satu-satunya hal yang memungkinkan adalah menyebutkan besaran-besaran fisis. Namun, bagaimana mahasiswa tidak menyadari jawaban atau tidak memperbaiki jawaban pada soal nomor 1 peneliti tidak dapat menjawabnya.

Kelompok II merupakan kelompok mahasiswa yang menyebutkan 5—6 besaran fisis. Terdapat delapan mahasiswa pada kelompok II dan hanya satu yang salah dalam mengelompokkan 1 besaran fisis. Kelompok III adalah kelompok dengan jumlah besaran fisis terbanyak, namun pada kelompok yang berjumlah enam mahasiswa ini, empat mahasiswanya mengalami kesalahan dalam mengelompokkan beberapa besaran vektor yang dikelompokkan sebagai besaran skalar. Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa kelompok III memiliki pengetahuan lebih banyak tentang besaran-besaran fisis, namun belum sepenuhnya memahami secara lebih rinci sifat-sifat dan propertis setiap besaran yang mereka sebutkan. Tabel 6 menunjukkan level konsistensi masing-masing kelompok.

**Tabel 6. Level Konsistensi Tingkat Dasar Representasi Besaran Fisis Berdasarkan Kelompok**

Tema	N	Strengths Finder					
		Pengetahuan Dasar (%)	Level Konsistensi	Penggunaan Dasar (%)	Level Konsistensi	Konsistensi Tingkat Dasar (%)	Level Konsistensi
Kelompok 1	6	6.73	KRLV5	4.60	KRLV5	5.67	KRLV5
Kelompok 2	8	10.84	KRLV5	3.30	KRLV5	7.07	KRLV5
Kelompok 3	6	25.41	KRLV3	1.55	KRLV5	13.48	KRLV4

Keterangan:

KRLV1 = Konsistensi rendah level 1

KRLV2 = Konsistensi rendah level 2

KRLV3 = Konsistensi rendah level 3

KRLV4 = Konsistensi rendah level 4

KRLV5 = Konsistensi rendah level 5

(level 5 lebih rendah daripada level 1)

Secara kelompok, konsistensi pengetahuan dasar besaran fisis dan representasinya berbanding terbalik dengan konsistensi penggunaan dasar representasi besaran fisis, apakah benar seperti itu? Peneliti mengkaji lebih dalam sesuai dengan data jawaban mahasiswa untuk masing-masing kelompok. Tabel 6 menunjukkan bahwa kelompok I memiliki level konsistensi pengetahuan dasar terendah namun konsistensi penggunaan dasar representasi besaran fisis adalah yang tertinggi. Kelompok I berdasarkan data jawaban tiap anggota mahasiswa yang tidak memiliki skor pada soal nomor 1, menyebutkan besaran-besaran fisis yang cukup banyak pada soal selanjutnya (2, 3, dan 4). Walaupun mereka menyebutkan lebih banyak besaran fisis pada nomor 2, 3, dan 4, namun rata-rata skor kelompok I tetap menjadi yang terendah relatif dibandingkan dengan kelompok lainnya. Sedangkan konsistensi penggunaan dasar representasi besaran fisis mahasiswa kelompok I memiliki konsistensi terbaik relatif dibandingkan dengan kelompok lainnya walaupun konsistensinya masih berada pada level konsistensi rendah level 5. Sehingga, secara rata-rata konsistensi representasi besaran fisis berada pada konsistensi rendah level 5/KRLV5 (5,67%).

Kelompok II adalah kelompok dengan mahasiswa terbanyak, yaitu 8 dari 20 mahasiswa. Konsistensi pengetahuan dasar kelompok ini berada pada 10,84% masih merupakan konsistensi dengan level rendah yang ke 5. Sedangkan konsistensi penggunaan dasar representasi besaran fisis berada pada konsistensi 3,30% konsistensi rendah level 5 sehingga konsistensi representasi besaran fisis berada pada level 7,07 (KRLV5). Kelompok III adalah kelompok dengan mahasiswa sebanyak delapan mahasiswa. Konsistensi pengetahuan dasar kelompok III berada pada 25,41% masih merupakan konsistensi dengan level rendah level 3, sedangkan konsistensi penggunaan dasar representasi besaran fisis berada pada konsistensi 1,55% konsistensi rendah level 5 sehingga konsistensi representasi besaran fisis berada pada level 13,48 (KRLV4).

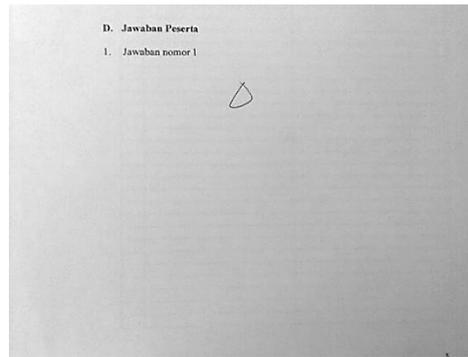
### PEMBAHASAN

Tujuan utama dari analisis instrumen tes konsistensi representasi besaran fisis adalah untuk mengetahui pola dan tingkat konsistensi pengetahuan dasar dan penggunaan dasar representasi besaran fisis. Tes konsistensi terdiri dari tujuh soal yang terbagi ke dalam dua sub pokok representasi besaran fisis, yaitu pengetahuan dasar dan penggunaan besaran fisis. Pengetahuan dasar berupa pengetahuan mahasiswa tentang nama-nama besaran fisis beserta sifat dan propertis yang dimiliki pada materi kinematika. Penggunaan dasar berupa penggunaan representasi besaran fisis dalam membuat kalimat aplikatif dan memperbaiki kesalahan representasi besaran fisis dalam sebuah paragraf. Hasil tes mengungkapkan tingkat konsistensi representasi dasar besaran fisis.

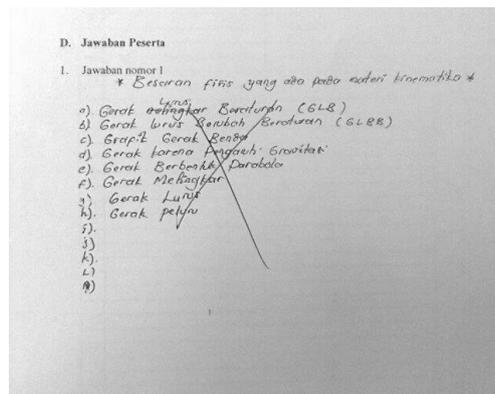
Tes terdiri dari dua tema pokok, yaitu (1) pengetahuan dasar besaran-besaran fisis pada materi kinematika (jumlah dan nama besaran fisis beserta propertis masing-masing besaran) dan (2) penggunaan dasar representasi besaran fisis (dalam kalimat dan paragraf). Tema 1 tersebar ke dalam soal 1 sampai dengan 3 dan tema 2 tersebar dalam soal 4 sampai dengan 7. Pada tema pertama kelompok I adalah kelompok dengan konsistensi terendah karena kumulatif skor terendah relatif dibandingkan dengan kelompok II dan III. Namun, ada beberapa hal yang menarik pada kelompok II. Pada soal nomor 1 seluruh mahasiswa anggota kelompok II terhitung tidak menyebutkan satupun besaran fisis. Fenomena jawaban ini terbagi ke dalam dua pola, yaitu mahasiswa yang benar-benar tidak menyebutkan satupun besaran fisis (Gambar 2) dan mahasiswa yang menyebutkan jenis/sub materi gerak pada kinematika (Gambar 3).

Selanjutnya pada nomor 2 (pengelompokkan besaran vektor dan skalar) 5 dari 6 anggota kelompok I menyebutkan lebih banyak besaran fisis (8—10 besaran fisis) daripada kelompok 2 (5—6 besaran fisis). Peneliti mengamati fenomena ini sebagai kurangnya pemahaman mahasiswa kelompok I terhadap perintah soal nomor 1 (walaupun sebenarnya redaksi soal sangat sederhana, "Sebutkan besaran-besaran fisis yang Anda ketahui pada materi Kinematika!"). Namun, secara kumulatif skor konsistensi untuk tema 1 kelompok II adalah yang terendah (6,73/KRLV5), disusul kelompok II (10,84/KRLV5) dan kelompok III (25,41/KRLV3).

Masih pada tema 1, dalam mengelompokkan dan menyebutkan propertis masing-masing besaran fisis setiap kelompok memiliki pola jawaban yang hampir sama. Kelompok I secara umum dapat mengelompokkan dengan baik semua besaran fisis yang mereka tuliskan (nomor 2 dan 3). Begitu pula dengan kelompok II, namun satu mahasiswa kelompok II (ASD) mengelompokkan perpindahan sebagai besaran vektor. Kelompok III jika diamati anggota kelompoknya lebih banyak melakukan kesalahan, hal ini bagi peneliti dapat dipahami karena secara kuantitas masing-masing mahasiswa penelitian kelompok 3 menyebutkan besaran fisis yang cukup banyak dan diantara besaran-besaran fisis tersebut sudah ada besaran-besaran fisis yang telah disebutkan oleh anggota-anggota kelompok I dan II. Implikasi lebih banyaknya besaran fisis yang disebutkan oleh mahasiswa anggota kelompok III, menyebabkan ada beberapa besaran fisis yang mereka masih belum mengetahui secara detail properisnya, contohnya seperti besaran fisis tekanan yang seluruh mahasiswa yang menyebutnya mengelompokkannya ke dalam besaran vektor, padahal besaran fisis tekanan adalah besaran skalar. Hal ini merembet pada salahnya memilih propertis besaran dan salah dalam merepresentasikan simbol besaran. Hal yang umum yang ditemukan pada keseluruhan mahasiswa, yaitu masih salah dalam merepresentasikan besaran vektor dengan tanpa memberikan tanda panah atau ditekankan, seperti contoh pada Gambar 4.



Gambar 2. Salah satu jawaban mahasiswa yang kosong



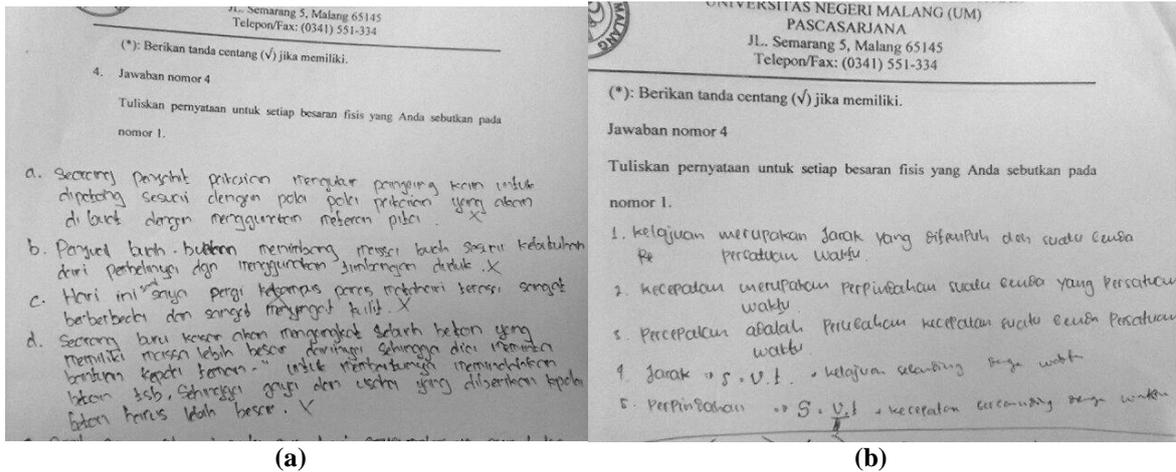
Gambar 3. Mahasiswa menyebutkan jenis-jenis gerak lurus bukan nama-nama besaran fisis sesuai perintah soal

sebutkan pada nomor 1

No	Besaran	Simbol	Vektor*	Skalar*	Besar*	Arah*	Satuan
1.	kecepatan	v	✓				m/s
2.	percepatan	a	✓				m/s <sup>2</sup>
3.	selang waktu	t		✓			sekon
4.	jarak	s		✓			m
5.	gaya	F	✓				N
6.	gaya gravitasi	G	✓				N/kg
7.	massa	m		✓			kg
8.	percepatan	a	✓				m/s <sup>2</sup>
9.	kecepatan	v		✓			m/s
10.	g	g	g	g			g

Gambar 4. Mahasiswa masih salah dalam merepresentasikan simbol besaran vektor

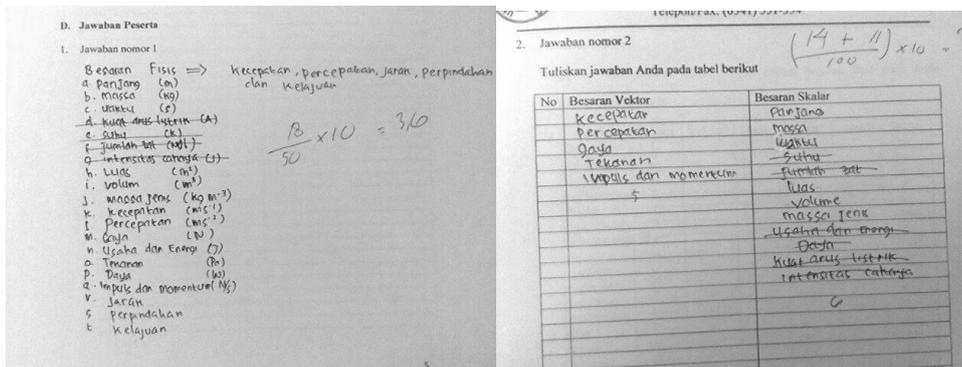
Tema kedua adalah penggunaan dasar representasi besaran fisis. Penggunaan dasar representasi besaran fisis peneliti amati dengan mengulas kemampuan membuat kalimat dengan besaran-besaran fisis yang mahasiswa telah sebutkan pada soal sebelumnya (nomor 1, 2, dan 3) dan kemampuan menemukan serta memberikan solusi terhadap kesalahan representasi besaran fisis pada sebuah paragraf. Pada tema ini ternyata ditemukan bahwa seluruh mahasiswa berada pada level konsistensi rendah level 5 (KRLV5), yang mengindikasikan sangat kurangnya pemahaman setiap mahasiswa dalam mengaplikasikan pengetahuan mereka seputas besaran fisis ke dalam penggunaan dasar yang masih sederhana. Kesalahan yang banyak dilakukan oleh partisipan penelitian adalah membuat kalimat yang tidak mengandung unsur-unsur properti yang dibutuhkan dalam menilai penggunaan representasi besaran fisis, seperti pada Gambar 5a, serta membuat kalimat yang sifatnya masih definisi dari besaran fisis yang mereka sebutkan (Gambar 5b), tidak salah dari segi struktur kalimat, namun tidak tepat karena indikator penggunaan representasi besaran fisis tidak terlibat.



**Gambar 5. (a) kalimat yang diberikan tidak menunjukkan aplikasi besaran fisis secara utuh (b) kalimat yang diberikan merupakan kalimat definisi besaran fisis yang disebutkan**

Selanjutnya, dalam menemukan dan memberikan solusi terkait kesalahan representasi besaran fisis dalam sebuah paragraf. Seluruh mahasiswa tidak menemukan satupun kesalahan pada paragraf nomor 5 dan 7, 13 mahasiswa hanya menemukan satu kesalahan pada paragraf nomor 6 dan hanya 7 dari 13 mahasiswa yang mampu memberikan solusi yang tepat atas kesalahan representasi besaran fisis pada paragraf nomor 6. Data dari tes menunjukkan rendahnya pengetahuan dan pemahaman dasar sebagian besar mahasiswa pada representasi besaran fisis materi kinematika.

Secara konsistensi jumlah besaran fisis yang disebutkan kelompok II adalah kelompok yang cukup konsisten, berdasarkan hasil jawaban mereka masing-masing mahasiswa kelompok 2 menyebutkan jumlah besaran fisis yang sama pada setiap soal yang diberikan, yaitu 5—6 besaran fisis. Kelompok 1 dan 3 menunjukkan pola yang beragam, pola pertama, yaitu kurangnya pengetahuan mahasiswa dengan propertis besaran fisis yang mereka sebutkan. Pola ini muncul pada kelompok 3, hal ini terlihat dari beberapa anggota kelompok 3 menyebutkan kembali besaran fisis yang kurang dari jumlah besaran fisis pada soal nomor 1 (Gambar 6). Misalnya, pada mahasiswa berinisial HDY pada soal nomor 1 menyebutkan 18 besaran fisis dan pada soal nomor 2 hanya menyebutkan 11 besaran fisis. Kemungkinan yang lain juga dapat terjadi, misalnya dengan jumlah besaran fisis yang banyak disebutkan pada nomor 1 sehingga akan memakan waktu jika dituliskan lagi pada soal selanjutnya yang level kesulitannya lebih tinggi.



**Gambar 6. Perbedaan jumlah besaran fisis pada nomor 1 dan nomor 2 mahasiswa HDY**

Pola kedua adalah jumlah besaran fisis yang disebutkan lebih banyak daripada soal nomor 1. Hal ini terjadi pada mahasiswa kelompok I, yang pada soal nomor 1 mendapat skor nol. Skor nol didapatkan karena beberapa hal, yaitu tidak menyebutkan besaran fisis (jawaban kosong) dan menyebutkan atau menuliskan hal selain besaran fisis (sebagian besar) seperti jenis-jenis gerak dan sub materi kinematika. Jika merujuk pada jawaban soal 1, tentunya soal nomor 2 akan rancu, misalnya harus menunjukkan simbol gerak lurus berubah beraturan, satuan gerak lurus atau gerak jatuh bebas termasuk ke dalam vektor atau skalar. Hal ini merujuk kepada jawaban mahasiswa kelompok I pada soal nomor 2 yang menyebutkan lebih banyak besaran fisis daripada kelompok II.

Rendahnya konsistensi pengetahuan dasar besaran fisis dan representasinya berpeluang berhubungan dengan rendahnya penguasaan konsep mahasiswa pada materi kinematika. Fisika adalah disiplin ilmu yang memerlukan berbagai varietas metode dalam proses pemahamannya dan saling terkait antara satu materi dengan materi lainnya, serta memerlukan serangkaian pemahaman yang runtun antar materinya, seperti pemahaman nilai suatu besaran fisis, grafik, persamaan, dan diagram, runut setiap materi memerlukan pemahaman materi sebelumnya dan sebaliknya (Redish, 1994:801). Ketika seorang mahasiswa tidak memahami secara baik materi besaran fisis, maka akan memengaruhi pemahaman dan pengaplikasian pada materi selanjutnya.

Berdasarkan tingkat konsistensi representasi besaran fisis ketiga kelompok mahasiswa, seluruh mahasiswa berada pada level 3 (tidak konsisten). Seluruh mahasiswa dinilai masih jauh dalam pemahaman dan penggunaan representasi besaran fisis. Hal ini dimungkinkan kurangnya perhatian mahasiswa dalam memahami representasi besaran-besaran fisis secara benar dan konsisten khususnya pada materi kinematika. Terdapat 50 besaran fisis pada materi kinematika (Cohen dan Giacomo, 2010: 36-37) dan seluruh mahasiswa tidak mampu menyebutkan secara utuh keseluruhan besaran fisis, terbanyak hanya mampu menyebutkan 26 besaran fisis. Hal yang lebih mengejutkan adalah seluruh mahasiswa masih terdapat kebingungan dalam pengetahuan propertis suatu besaran fisis, setiap mahasiswa masih terdapat kesalahan dalam menentukan suatu besaran fisis ke dalam besaran fisis vektor atau skalar, hal ini juga berimplikasi pada kurangan pengetahuan propertis besaran-besaran fisis yang mereka sebutkan. Penggunaan representasi besaran fisis juga sangat rendah, keseluruhan peserta rata-rata pada 4,94 % sangat jauh dari standar konsistensi yang ditentukan.

Secara umum, kelompok III adalah kelompok dengan konsistensi representasi besaran fisis yang dapat dikatakan lebih konsisten relatif terhadap kelompok I dan II. Hal ini karena antara pengetahuan dasar dan penggunaan dasar representasi besaran fisis relatif berimbang daripada kelompok I dan II. Kelompok I pengetahuan dasar dan penggunaan dasar representasi besaran fisis masih sangat rendah, kelompok II walaupun memiliki pengetahuan relatif lebih tinggi, namun dalam menggunakan pengetahuan representasi besaran fisis masih sangat kurang.

Rendahnya konsistensi pengetahuan besaran fisis dan representasinya dikhawatirkan akan berpengaruh pada penguasaan konsep kinematika secara utuh. Pengetahuan besaran fisis yang merupakan dasar dari ilmu pengetahuan fisika adalah sesuatu yang krusial. Ketika mahasiswa ingin membahas tentang suatu konsep besaran fisis (tentunya seluruh pembahasan fisika melibatkan besaran fisis) misalnya kecepatan sebuah benda, maka representasi dari besaran fisis itu sendiri harus diberikan secara benar dan konsisten sesuai dengan hakikatnya sebagai besaran vektor. Kedua bahasan, besaran fisis dan representasinya serta sangkut pautnya dengan konsep fisika harus bersinergi sebagai suatu konsep yang utuh, hal ini didukung oleh penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Handika (2017), Brookes (2009), dan Stewart (2010) yang secara umum menunjukkan bahwa kemampuan dasar dan kemampuan menulis adalah suatu yang dibutuhkan untuk pencapaian penguasaan konsep kedepannya. Sehingga rendahnya pengetahuan dasar (besaran fisis dan representasinya baik verbal dan tulisan) kemungkinan menyebabkan rendahkan penguasaan fisika (kinematika) secara berkelanjutan.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data maka dapat disimpulkan bahwa seluruh konsistensi representasi tingkat dasar mahasiswa masih berada pada level 3 (tidak konsisten), termasuk didalamnya adalah pengetahuan dan penggunaan representasi besaran fisis yang masih sangat rendah. Terdapat tiga pola jawaban yang menunjukkan tiga pola konsistensi representasi besaran fisis yang kemudian dikelompokkan menjadi tiga kelompok pola jawaban, yaitu (1) kelompok mahasiswa yang tidak menyebutkan satupun besaran fisis pada soal nomor 1, (2) kelompok mahasiswa yang hanya menyebutkan seputar besaran-besaran fisis yang paling banyak/umum diketahui (5—6 besaran fisis), dan (3) kelompok mahasiswa yang menyebutkan relatif lebih banyak besaran fisis daripada kelompok lainnya. Secara umum, kelompok III adalah kelompok dengan konsistensi tingkat dasar representasi besaran fisis yang paling baik relatif terhadap kelompok I dan II, namun masih pada konsistensi rendah level 4.

Data penelitian ini masih memerlukan data yang lebih luas, penelitian kedepannya diharapkan disertai data wawancara partisipan untuk mengklarifikasi pemahaman mereka tentang representasi besaran fisis. Hal ini akan lebih membantu kami untuk memahami lebih mendalam tingkat pemahaman mahasiswa dalam menggunakan representasi besaran fisis dan mendeteksi kesulitan yang dihadapi oleh mahasiswa. Selanjutnya, data wawancara juga dapat digunakan untuk mengetahui penyebab kurangnya pengetahuan dasar mahasiswa dalam menggunakan representasi besaran fisis yang benar dan konsisten.

## DAFTAR RUJUKAN

- Akbar, M. (2014). *Pengembangan Tes Isomorfik Berbasis Computer untuk Diagnostic Miskonsepsi Diri pada Materi Gaya dan Hukum Newton*. Tesis tidak diterbitkan. Universitas Negeri Malang, Malang.
- Brookes, T., David. (2007). Using conceptual metaphor and functional grammar to explore how language used in physics affects student learning. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 010105 (2007).
- Cohen, E., Richard., & Giacomo, P. (2010). Symbols, Units, Nomenclature and Fundamental Constants in Physics. Netherlands: Physica 146A.
- Cohen, Richard, C., & Giacomo, P. (2010). *Symbols, Units, Nomenclature and Fundamental Constants in Physics*. Sunamco: International Union of Pure and Applied Physics Commission C2.
- Flores, S., Kanim, E., & Sergio. (2003). Students Use of Vectors in Introductory Mechanics. *American Journal of Physics*, 72(4), 460—468. <https://doi.org/10.1119/1.1648686>

- Govender, N. (2013). Physics student teachers' mix of understandings of algebraic sign convention in vector-kinematics: A Phenomenographic Perspective. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 11(1), 61—73. <https://doi.org/10.1080/10288457.2007.10740612>
- Hage, J. (2010). Consistency of Rules and Norms. *Information & Communications Technology Law*, 9(3), 219—240.
- Handika, J., Cari, C. A., Suparmi., & Sunarno, W. (2017). The influence of intuition and communication language in generating student conceptions. *International Conference on Science and Applied Science*, 909(2017), 1—8. doi :10.1088/1742-6596/909/1/012050
- Huda, M. N. (2014). Dampak *Authentic Problem* melalui *Integrative Learning* terhadap Perubahan Konseptual dan Kerja Ilmiah Fisika Siswa SMA pada Topik Gerak Lurus. Tesis tidak diterbitkan. Universitas Negeri Malang, Malang.
- Keller, A., Brian, & Hirsch, R., Christian. (2006). Student preferences for representations of functions. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 29(1), 1—17. <https://doi.org/10.1080/0020739980290101>
- Kozma, R., & Russell, J. (1997). Multimedia and understanding: Expert and novice responses to different representations of chemical phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 949—968. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199711\)34:9<949:AID-TEA7>3.0.CO;2-UCi](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199711)34:9<949:AID-TEA7>3.0.CO;2-UCi)
- Majidi, S., & Emdem, M. (2013). Conceptualizations of representation forms and knowledge organization of high school teachers in Finland: “magnetostatics”. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 1(2), 69—83.
- Nguyen, Ngoc-Loan, & Meltzer, E., David. (2003). Initial Understanding of Vector Concepts Among Students in Introductory Physics Courses. *American Journal of Physics*, 71(6), 630—638. <https://doi.org/10.1119/1.1571831>
- Nurachmandani, S. (2009). *Fisika 1: Untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.
- Putra, I. A. (2014). *Pengembangan Model Hybrid Learning untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa Kelas X SMA pada Materi Kinematika Gerak Lurus*. Tesis tidak diterbitkan. Universitas Negeri Malang, Malang.
- Sherin, L. B. (2001). How Students Understand Physics Equations. *Cognition and Instruction*, 19(4), 479—541.
- Sinaga, P., Suhandi, A., & Liliyasi. (2014). The Effectiveness of Learning to Represent Physics Concept Approach: Preparing Pre-Service Physics Teachers to be Good Teachers. *IMPACT: International Journal of Research in Applied, Natural and Social Sciences*, 2(4), 127—136.
- Stieff, M., Hegarty, M., & Deslongchamps, G. (2011). Identifying Representational Competence with Multi-Representational Displays. *Cognition and Instruction*, 29(1), 123—145.
- Suganda, A., Rustiawan, Dede., K., & Saripudin, A. (2009). *Praktis Belajar Fisika 1: Untuk Kelas X SMA*. Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.
- Sumarsono, J. (2009). *Fisika: Untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.
- Thompson, Ambler & Taylor, Barry N. (2008). *Guide for the Use of the International System of Units (SI)*. Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology.
- Wutchana, U., & Emarat, N. (2011). Students' Understanding of Graphical Vector Addition in One and Two Dimensions. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*, 3(2), 102—111.